

333471



В. И. Влодавев,

ВУЛКАНЫ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

V.M. KARAZINE KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА ~ 1949

2 руб. 50 коп.

75

551-21

ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ

В. И. ВЛОДАВЕЦ

ВУЛКАНЫ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА

НА КОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

ЦЕНТРАЛЬНА НАУКОВА
БІБЛІОТЕКА ХДУ

Inv. № 333471

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1949

59

1847
JAN 10

1847

1847

1847

1847

ВВЕДЕНИЕ

ВУЛКАНИЗМ И ВУЛКАНЫ

Среди разнообразных явлений природы вулканическая деятельность во все времена особо привлекала внимание человека. Мощные, величественные, порой мрачные, иногда грозные, но всегда прекрасные, а в древности мало или совсем непонятные картины вулканических извержений производили на людей всегда сильное впечатление. И неудивительно поэтому, что деятельность вулканов вызывала в человеке, с одной стороны, безотчетную тревогу, а с другой — поэтическое восхищение.

Люди различно воспринимают деятельность вулканов. Одни видят в них величественные и грозные явления природы, другие интересуются ими с точки зрения внешней красоты проявления внутренних сил земли, третьих поражает мощь вулканических сил, а четвертые стремятся разобраться во всех вулканических явлениях, выявить причины их — познать их.

Что же собой представляет вулканическая деятельность и вообще вулканизм?

Вулканизм — это движение магмы. Это сжатое определение кратко и ясно выражает его сущность. Оно охватывает магму и ее движение. Но что такое магма? Каков ее состав? Где она находится? Как она образуется?

А движение магмы? Под влиянием каких сил, какой энергии приходит она в поступательное движение? Каковы пути ее движения? Как образовались они и каким образом происходит движение магмы по ним?

Каждый вопрос — это большая тема, и во многих случаях окончательно еще неразрешенная проблема.

В общих же чертах вулканизм охватывает состав и состояние магмы, условия ее нахождения и движение ее в земной коре и на поверхности земли, т. е. охватывает явления и процессы, которые вызваны причинами, скрытыми в земле.

Магма — это огненножидкая силикатная масса, которая содержит от 40 до 75% окиси кремния, а остальное количество — окиси алюминия, железа, магния, кальция, натрия, калия, титана, фосфора и водорода, а также в незначительных количествах почти все остальные химические элементы.

Существование огненножидкой магмы является не вызывающим сомнения фактом, который лучше всего подтверждается излияниями во время вулканических извержений огненножидкой лавы. Она и представляет собою магму, только лишенную в процессе движения в земной коре и, особенно, в процессе извержения, значительной части содержащихся в ней газов.

Где же образуется магма? На этот вопрос ответить трудно. Каким образом возникает магма — в точности неизвестно, так как уже на глубине 60 км температура достаточно высока и давление очень большое и поэтому трудно судить, в каком состоянии (твердом, жидком или газообразном) находятся там вещества. Быть может на больших глубинах она находится в состояниях, нам еще неизвестных. По этому вопросу существует несколько предположений — несколько гипотез, которые, строго говоря, пока являются научной фантазией.

Одна из гипотез считает, что под земной корой на глубине 60—100 км находится сравнительно тонкий слой подкоровой или родоначальной магмы в стекловидном состоянии. Основанием для такого суждения являются следующие факты и соображения.

Известно, что температура земли близ поверхности увеличивается примерно на 1° при углублении на каждые 30 м. Исходя из этого, можно было бы предположить, что на глубине 100 км должна была быть температура около 3300° . Но так как тепловая ступень с глубиной уменьшается, то, по данным некоторых исследователей, на глубине 20 км она равняется $600-1200^{\circ}$, а на глубине 100 км — $1400-1600^{\circ}$.

Большинство минералов, входящих в магматические породы, плавится в промежутках между этими темпера-

турами, поэтому предполагают, что под земной корой, на глубине 60—100 км, находится так называемый субстрат — базальтовая масса в расплавленном или, правдоподобнее, в стекловидном состоянии, так как давление на такой глубине сильно противодействует плавлению. При понижении давления эта стекловидная масса расплавляется и образуется родоначальная базальтовая магма.

Другая гипотеза основана на том факте, что магматические породы и вулканы в большинстве случаев расположены на горных хребтах или вдоль их, т. е. в местах горообразования в земной коре.

При горообразовании происходит переход механической энергии в тепловую, которая вызывает повышение температуры. Считают, что это повышение температуры — вполне достаточное для расплавления породы и образования магмы.

Третье предположение образования магмы заключается в расплавлении горных пород, расположенных в нижней части земной коры, вследствие выделения тепла, происшедшего в результате радиоактивного распада.

Из приведенных гипотез первая пока дает лучшее представление об образовании магмы и поэтому в дальнейшем будем ее придерживаться.

Под земной корой везде, или вероятнее, отдельными поясами или площадями, находится стекловидный базальт, который по температурным условиям должен был бы быть в огненножидком состоянии, но благодаря большому давлению, которое препятствует расплавлению, он находится в особо пластическом, но очень плотном стекловидном состоянии. Как только под влиянием сжатия или расширения в земной коре образуется трещина или ряд трещин — так сейчас же вблизи них в стекловидном базальте уменьшится давление и вслед за этим происходит расплавление этого базальта. Предполагают, что таким путем может образоваться подкоровая или родоначальная магма.

Каким бы путем ни образовалась магма, ее первоначальное движение может быть различным. Дело в том, что трещины, образующиеся над магмой в результате горообразования или в результате других причин, могут дойти, а могут и не проникнуть до поверхности земли. В последнем случае они могут дойти до большой или

малой пустой полости, которая может образоваться в земной коре в результате складкообразования одновременно с образованием трещин.

В первом случае магма может выйти по этим трещинам на земную поверхность. Во втором случае она может заполнить полость и образовать в ней периферический магматический бассейн.

Большинство вулканов, повидимому, возникает над такими бассейнами и питается ими.

Однако выявленные в последнее время преимущественно на Тихом океане глубинные землетрясения, очаги которых расположены под вулканами на глубине около 100 км, а далее от них, обычно в сторону материков, постепенно углубляются до 700 км от земной поверхности, — приводят, по мнению акад. А. Н. Заварицкого, к предположению, что появление вулканов связано с процессами, происходящими на значительно больших глубинах, чем глубины магматических очагов, непосредственно питающих эти вулканы.

Вулканы на земной поверхности расположены в большинстве случаев рядами или полосами длиной в сотни и даже тысячи километров, совпадающих обычно с горными хребтами. Такое закономерное расположение объясняется существованием разломов в земной коре, на которых образуются выводные каналы для родоначальной магмы, и каналы, идущие от периферических магматических бассейнов.

Последние могут образоваться в результате тех же причин, т. е. от местных растяжений, от каких образовались трещины, идущие от подкоровой магмы, но каналы могут образоваться и от других причин.

Одной из таких причин является просверливающее и прорывающее действие газов, образующихся в магматическом бассейне и выделяющихся из магмы. Это действие настолько велико, что, как выяснено в некоторых областях, в которых горообразующие процессы не происходили во время возникновения вулканических каналов, последние образовались в результате воздействия только вулканических газов.

Другой причиной, которую некоторые исследователи считают главной, является вулканическое тепло. Оно складывается из первоначального внутреннего запаса тепла магмы плюс тепло, получаемое в результате различных

химических реакций в магме и реакций между газами. Все это настолько повышает температуру магмы, что она может проплавить себе путь к поверхности. (Вопрос о роли радиоактивного тепла в магме является еще очень неясным).

Вслед за образованием каналов возникающая магма под влиянием всестороннего давления и уменьшения удельного веса огненножидкой магмы, по сравнению с удельным весом подкорового стекловидного базальта, внедряется в земную кору и поднимается по трещинам вверх.

Достигнув некоторой высоты, на которой давление газов, растворенных в магме, становится равным или большим по сравнению с давлением расположенных над ней веществ — газы начинают бурно выделяться из магмы и еще более энергично толкать магму к земной поверхности.

Однако, по всей вероятности, подкоровая магма, внедряясь по трещинам в земную кору, чаще образует периферические магматические бассейны. Когда магма в них охладится, выкристаллизуется и превратится в твердую магматическую породу или породы, то они примут форму этого первоначального периферического магматического бассейна.

Такие формы бывают разнообразны, и их называют формами залегания. Каждая из них носит особое название, например лакколит, бисмалит, шток и другие. Самая крупная форма залегания — батолит — имеет форму огромного неправильного купола, размерами в несколько километров в поперечнике, а иногда до 20—30 километров.

В вопросе о положении батолитов в земной коре мнения расходятся. Одни считают, что они расположены непосредственно над магмой, т. е. образовавшиеся уже горные породы в батолите переходят в нижней своей части в подкоровую магму. Другие же придерживаются мнения, что батолиты так же, как и другие формы залегания, внедрились в земную кору и заполнили пустоты, образовавшиеся при горообразовании. При этом батолиты, может быть, поглощают часть окружающих их горных пород и, оказывая также равномерное давление во все стороны, частично увеличивают этим своеместилище.

Некоторые формы залегания, как например бисмалиты и особенно лакколиты, называют неудавшимися вулканами, потому что поднимающаяся из глубины магма всю свою энергию движения израсходовала на образование этих форм залегания и ей нехватило сил прорваться и вырваться на земную поверхность, чтобы стать настоящим вулканом.

Периферические же магматические бассейны, а также находящиеся еще в огненножидком состоянии части батолитов и других крупных глубинных магматических массивов, застрявших в недрах земной коры, являются действительными или возможными вулканическими очагами.

В этих очагах магма может быть различной по химическому составу и отчасти по физическим свойствам.

По химическому составу магмы делятся по содержанию кремнезема на кислые, средние и основные подобно тому, как в химии различают кислые, средние и основные соли¹. Кроме того, по содержанию щелочных земель и щелочей магмы разделяются на щелочно-земельные и щелочные.

Состав магмы определяется по тем магматическим породам, которые из нее выкристаллизовались. Необходимо, однако, иметь в виду, что химический состав многих магматических, или, иначе говоря, изверженных горных пород не соответствует химическому составу магмы, из которой образовалась данная порода, так как большинство их образовалось в результате различных процессов перераспределения веществ, находящихся в магме.

Если магмы обычно разделяют по их химическому составу, то образовавшиеся в них горные породы делят по минералогическому и химическому составу и по их структуре. Последняя отражает условия и, в частности, глубину образования горной породы.

По глубине залегания изверженные породы делятся на глубинные, полуглубинные и излившиеся.

По химическому составу они делятся на кислые, средние, основные и ультраосновные, причем к кислым относятся породы, содержащие кремнезема приблизительно

¹ У первых солей избыток кислотного окисла и недостаток основного (металлического) окисла, а у последних наоборот. У средних же солей количество основных окислов соответствует количеству кислотных окислов.

от 75 до 65%, к средним — от 65 до 55%, к основным — от 55 до 45% и к ультраосновным — породы, содержащие менее 45% кремнезема.

Дальнейшее их подразделение на семейства и виды основывается на минералогическом составе пород и их структуре.

Наиболее распространены на земной поверхности изверженные горные породы щелочно-земельного ряда. Наиболее важными в этом ряду являются семейства: кислые — гранита и гранодиорита, средние — сиенита и диорита, основные — габбро (последнее часто называют также семейством базальта) и ультраосновные — перидотиты, пироксениты и дуниты.

Эти породы состоят из следующих минералов: семейства гранита и гранодиорита — из кварца, калиевых и натриевых полевых шпатов и черной слюды — биотита; семейство сиенита из таких же полевых шпатов и биотита; семейство диорита — из андезина (разновидность полевых шпатов) и амфибола; семейство габбро — из лабрадора и анортита (разновидностей полевых шпатов), пироксена и оливина, и ультраосновные породы: перидотит — из пироксена и оливина, пироксенит — из пироксена и дунит — из оливина.

Глубинным представителям соответствуют их полуглубинные и излившиеся породы. Так, в семейство гранита входят — полуглубинная порода — гранитовый порфир и излившиеся — кварцевый порфир, риолит, липарит и обсидиан; в семейство гранодиорита входят полуглубинная порода — гранодиоритовый порфир и излившиеся кварцевый порфирит и дацит; в семейство сиенита — полуглубинная порода — сиенитовый порфир и излившиеся ортофир и трахит; в семейство диорита — полуглубинная порода — диоритовый порфирит и излившиеся — порфирит и андезит; в семейство габбро — полуглубинная порода — диабазовый порфирит и излившиеся — мелафир, диабаз и базальт. К излившимся ультраосновным породам — пикриты и авгититы.

Существуют и другие семейства и породы, но они сравнительно редко встречаются на земной поверхности.

Излившиеся горные породы отличаются от глубинных и полуглубинных пород характерной особенностью — наличием в них, кроме обычных для данного семейства минералов, вулканического стекла. При излиянии огнен-

ножидкая лава быстро охлаждается и поэтому не успевает полностью выкристаллизоваться. Большая или меньшая ее часть застывает в виде аморфной массы — в виде так называемого вулканического стекла.

Излившиеся горные породы являются продуктами собственно вулканической деятельности. Их называют лавами. Последние бывают плотные, пористые и пузыристые. Очень пузыристые лавы основной или, как чаще говорят, базальтовой магмы называют шлаками, по их сходству с шлаками металлургического производства, а пузыристые лавы кислой магмы называют пемзой. Последняя очень пузыристая и поэтому настолько легкая, что держится на поверхности воды.

Вулканы, кроме излияния лав, часто выбрасывают обломки различной величины от долей миллиметра до нескольких сантиметров и десятков сантиметров, а иногда даже большие глыбы горных пород. Они падают подобно дождю на поверхность земли и образуют особые породы, называемые вулканическими туфами и туфобрекчиями. Когда же эти обломки вместе с газами образуют раскаленную лавину или они падают в изливающуюся лаву, или последняя захватывает их по пути своего движения, то образуются туфо-лавы.

В магматическом бассейне, в зависимости от продолжительности нахождения магмы в нем, происходит изменение первоначально однородной, одинаковой по составу магмы.

Если долгое время не происходят извержения, то состав базальтовой магмы изменяется таким образом, что более основные (они же и более тяжелые и частично более тугоплавкие) части ее располагаются внизу бассейна, а кислые (более легкие и частично более легкоплавкие) части — вверх. Следовательно, первоначально однородная магма становится неоднородной. Когда возобновляется извержение из такого бассейна, то излившиеся лавы покажут закономерную последовательность в изменении их состава от кислых к основным (т. е. сначала будут извергаться кислые, затем средние и, наконец, основные лавы). Если же извержения будут происходить с очень большими промежутками, то магма будет успевать постепенно и закономерно изменять свой состав от основной к кислой магме, и состав извергаемых лав также будет изменяться от основной к кислой.

В вулканических областях, однако, часто наблюдается разнообразная последовательность различных по составу лав. Такая незакономерная последовательность объясняется тем обстоятельством, что сами извержения происходили во время перераспределения вещества в магме и этим нарушали нормальную последовательность изменения состава магмы.

Все вышеупомянутое, за исключением вулканических пород, относится к глубинному вулканизму, или, как часто его иначе называют, — к плутонизму.

Все, о чем будет сказано в дальнейшем, относится главным образом к собственно вулканизму, или, как говорят еще, — к вулканизму в узком смысле этого слова.

Магма, внедрившаяся в земную кору и больше не имеющая сил прорваться на земную поверхность, охлаждается и кристаллизуется, в результате чего получаются, как уже упоминалось, те или другие глубинные изверженные породы. Но если магма еще достаточно активна, то она может вырваться из подобного магматического бассейна и произвести в течение продолжительного времени ряд вулканических извержений (продолжительность и сила которых находятся в зависимости от объема бассейна, а также, может быть, и от питания и связи с родоначальной подкоровой магмой).

Под влиянием каких же причин, каких сил может проделать себе магма канал или каналы от периферического магматического бассейна и выйти на поверхность земли?

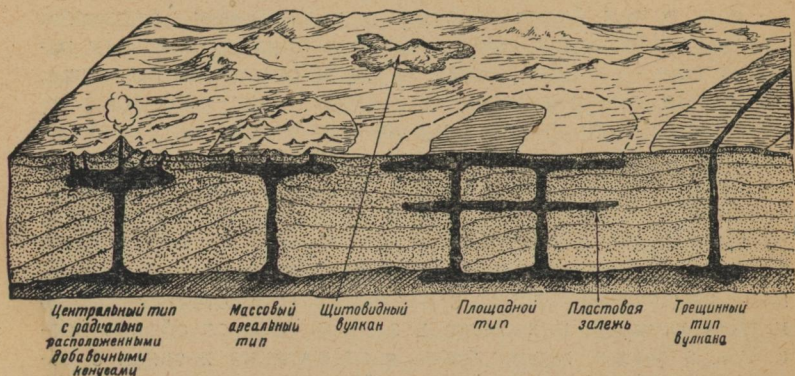
Одной из главных причин, вызывающих вулканические извержения, считали и считают действие газов. Раньше полагали, что газы выделяются в огромных количествах при уменьшении давления на магму и что они находились в ней со времени образования магмы или были поглощены магмой из стенок каналов и бассейна.

В последнее время на основании некоторых опытов было высказано предположение, что во время кристаллизации магмы может произойти выделение больших количеств растворенных в ней газов, т. е. произойти как бы вскипание магмы, благодаря которому может создаться в очаге большое давление.

Такое возможное вскипание магмы при ее кристаллизации многие стали рассматривать как одну из главных причин вулканических извержений.

Давление газов действительно является одной из главных причин извержений, вне зависимости, каким путем оно создано, но кроме давления газов играют роль для некоторых вулканических извержений, как это уже отмечалось, и другие причины, а именно, возникновение трещин, вулканическое тепло и давление на магматический бассейн окружающих толщ земной коры.

В результате воздействия одной из этих причин, или нескольких, вместе взятых, в земной коре между



Гипотетическое представление

магматическим бассейном, который уже можно назвать вулканическим очагом, и земной поверхностью образуются вулканические каналы.

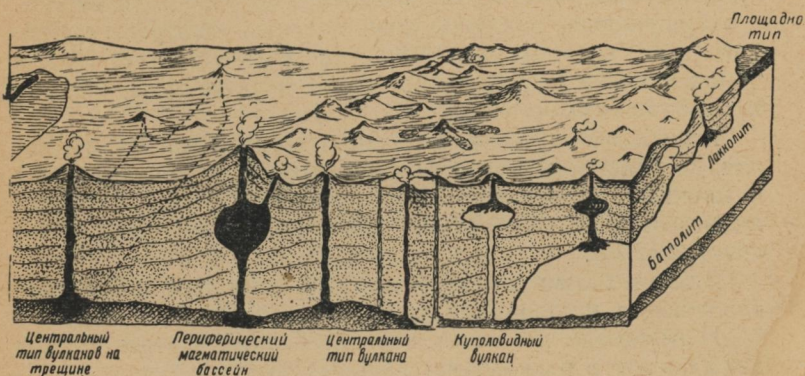
Эти каналы бывают трех типов: площадные, очень редкие, образовавшиеся благодаря проплавлению магмой небольшого участка земной коры; трещинные, образовавшиеся в результате движений земной коры или давления магмы, и трубообразные, так называемые центральные каналы. В образовании последних большую роль играют газы.

Выделение газов в верхней части вулканического очага, или в канале, часто происходит с сильными взрывами, которые вызывают вулканические землетрясения. Они при обычных извержениях ощущаются на сравнительно небольшой площади радиусом до 30 и изредка до 50 км от канала извержения,

Вулканические извержения бывают наземные и подводные.

Вулканическая деятельность зависит от глубины залегания вулканического очага и вязкости магмы, которая, в свою очередь, зависит от химического состава магмы, от содержания в ней газов и от ее температуры.

При извержении залегающей близко к поверхности земли, обычно более жидкой, базальтовой магмы (с небольшим содержанием газов и температурой около



образования вулканов

1 200°) в кратере образуется огненножидкое озеро. Лава этого озера, переливаясь через края кратера, растекается в виде покровов и длинных потоков и образует пологий *щитовидный вулкан*. Газы при этом выделяются из огненножидкого озера спокойно, как будто испаряются, и только местами лава то как будто кипит, то фонтанирует, образуя очень пузырчатые шлаки, слезообразные капли и стеклянные нити. Такой тип вулканической деятельности называют *гавайским*.

Если магма менее текучая (также базальтовая), но еще очень подвижная и имеет температуру около 1 100—1 000°, то лава может образовать длинные потоки, но газы выделяются из нее с сильными и шумными взрывами, выбрасывая при этом комки лавы, превращающиеся в шлак и в различной формы, но чаще грушевидные и витые, бомбы. Выбрасываемый шлак и излияния лавы

образуют конус с одним или несколькими кратерами. Это *стромболианский* тип вулканической деятельности.

Если магма вязкая (обычно это бывает андезитовая или дацитовая) и температура ее около 900° , то газы проходят сквозь нее с большим трудом, производя при этом весьма сильные взрывы, которые выбрасывают пепел, лапилли¹, шлак и обломки застывающей или уже застывшей лавы. Лавовый поток в этих случаях бывает редко, а если и бывает, то обычно небольшого размера. Таковы признаки *вулканского* типа вулканической деятельности.

Извержение, заключающееся только во взрыве огромной силы, который дает большое количество обломков пород разных размеров, но без появления лавы, относят к *бандайсанскому* типу.

При более глубоком залегании жидкой магмы, взрывная деятельность которой чередуется с излиянием лавы и прочими явлениями, наблюдающимися при *стромболианском* типе, такой тип извержений называют *этно-везувианским*.

Вязкая магма и при более глубоком залегании дает извержения вулканского типа.

Извержение же очень вязкой, бедной газами, магмы выражается в выжимании лавовых куполов.

Вязкая, но богатая газами магма образует не только купола, но и обелиски и производит очень сильные взрывы, которые сопровождаются раскаленными тучами, стремительно распространяющимися (двигающимися) вниз по склонам вулкана. Кроме огромного количества газов они несут массу вулканического песка, обломков и глыб, которые обычно являются материалом для туфобрекчиевых пород. Подобная деятельность называется *пелейским* типом вулканической деятельности.

Некоторые (особенно кислые) магмы перед извержением вспениваются и в виде раскаленного потока пемзы и стеклянной пыли «изливаются» из кратера или из близ расположенных трещин. Это так называемый *катмайский* тип вулканической деятельности.

Наконец, любая магма, глубоко залегающая и с очень большим содержанием газов (а, следовательно, отличающаяся сильным газовым давлением), дает при изверже-

¹ Мелкие обломки лавы, величиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, выбрасываемые вулканом во время извержения.

нии огромную очень высокую колонну газов, которая значительно расширяет жерло вулкана и сопровождается другими явлениями. Такое извержение относят к *плинианскому* типу вулканической деятельности.

Тип вулканической деятельности у одного и того же вулкана непостоянен. Со временем, иногда даже в течение одного цикла извержений, он изменяется.

Извержения бывают короткие и продолжительные, спокойные и очень бурные — с сильными взрывами, чисто лавовые и чисто газовые, но чаще всего смешанные — лавово-газовые.

Выход вулканических веществ на земную поверхность может быть площадным, по отдельным трещинам и трубообразным каналам и по их массовым скоплениям. Над ними, в зависимости от типа вулканической деятельности, образуются различные по форме вулканические образования. Их называют вулканами. Не только конусообразные и куполообразные горы, сложенные из вулканических пород, являются вулканами, но к ним относятся также и разнообразные скопления лав и других вулканических продуктов, имеющих вулканический канал.

Часть вулканов имеет *кратер* — чашеобразное углубление — конец вулканического канала, начало которого расположено в вулканическом очаге.

Многие вулканы не имеют кратера. В этих вулканах последние порции лавы закрепили как выход канала у поверхности, так и сам кратер. Лава многих куполов настолько вязкая, что она не может изливаться, а выжимается, в результате чего образуется бескратерный купол.

В результате взрывной деятельности образуются конусы. Подобные же конусообразные вулканы образуются и в результате чередования взрывной деятельности с излиянием лавы. Получается слоистый, или так называемый *стратовулкан*.

Обычно извержения вулканов, кратер которых расположен очень высоко, часто начинаются из вершинного кратера, но вскоре, очевидно, сила иссякает, энергии становится недостаточно, чтобы поднять лаву на такую высоту. Тогда лава прорывается в нижних склонах вулкана и образует один или несколько боковых кратеров, через которые и происходят дальнейшие извержения вплоть до того момента, когда вся энергия данного цикла извержений будет израсходована.

Вулканическая деятельность на земной поверхности выражается не только в создании конусов, куполов, потоков, неггов и других вулканических образований, так называемых положительных вулканических форм рельефа, но и в образовании различных вулканических впадин (отрицательные вулканические формы рельефа). К последним относится вышеописанный кратер, затем *маары*, которые образуются в результате одного газового взрыва, вырывающего конусообразную воронку, окаймленную валом из глыб и камней, образовавшихся в результате взрыва, и некоторые другие формы.

Под влиянием сильных взрывов, выбрасывающих большое количество газов и вулканических обломков, а также в результате боковых излияний у подошвы вулкана, удаляется из вулканического очага большое количество лавы и газов, и в верхней части очага образуется пустое пространство. В это пространство обваливается вершина вулкана или весь вулкан, а иногда даже и часть местности, прилегающей к нему. На поверхности образуется большая впадина — *кальдера* — размером, обычно, от нескольких километров до 10—15, а в редких случаях до 20—30 км в диаметре.

При извержении главная масса газов выделяется через вулканический канал, жерло и кратер. После окончания извержения газы продолжают выделяться в течение долгого периода времени отдельными струями из некогдаших неправильных отверстий — трубообразных каналов.

Защи небольших трещин в кратере, по бокам кратера тить, ч лавовом потоке. Эти газовые струи, вместе с ка- ству си, из которых они выходят, обычно называют фу- ниямиами. Однако, в зависимости от температуры и со-

На: при температуре газов выше 180° их назы- сяют *фумаролами*, при температуре от 180 до 100° — *жольфатарамии*, а ниже 100° — *мофеттами*. Во всех струях преобладают пары воды, но кроме них в фумаро- лах находится хлористый водород HCl и другие га- ллоидные газы, в сольфатарах — сернистый газ SO_2 и сероводород H_2S , в мофеттах — углекислый газ CO_2 . Га- зы, выделяющиеся из фумарол, сольфатар и мофетт, представляют собою смесь газов как по составу, так и сою происхождения, т. е. идущих из вулканического оча- ъа, захваченных по пути из окружающих пород и за- дсанных из воздуха.

Деятельность фумарол и сольфатар сопровождается также образованием около их отверстий разнообразных минералов, образующихся в результате реакции между газами или между газами и веществом лавы, как, например: нашатырь, каменная соль и многие другие, которые обычно называют возгонами.

Пары воды в газовых струях при понижении их температуры переходят при 100° в воду и образуют гейзеры и горячие источники.

Гейзеры — это пароводяные вулканы, извержения которых происходят большей частью через строго определенные промежутки времени (минуты, десятки минут, часы). Существуют, однако, гейзеры и с неопределенными периодами покоя.

Извержения гейзеров объясняются наличием неправильных у поверхности земли вертикальных, а глубже — зигзагообразных каналов и температурой воды, близкой к температуре кипения.

Вода накапливается в вертикальном канале по крайней мере до его второго изгиба. Ниже температура уже такова, что вода находится в парообразном состоянии.

С увеличением давления пара вода выталкивается вверх за изгибы. Когда же пар вытолкнет из канала некоторое количество воды, в нем уменьшится давление, и остающаяся перегретая вода быстро превратится в пар, который, в зависимости от его количества, с меньшей или большей силой вырывается наружу, захватывая часть воды, и бьет в виде пароводяного фонтана.

Гейзеров на земной поверхности мало, но источников много во всех вулканических областях и различаются своей повышенной температурой (некоторые достигают температуры кипения воды) и составом растворенных в них веществ. В их воде так же, как и в воде гейзеров, находятся растворенными разнообразные вещества, частично принесенные газами из магмы. Воды горячих источников, связанных с вулканической деятельностью, отличаются друг от друга разнообразным составом и разными лечебными свойствами.

В тех местах, где газовые струи или горячие источники выходят на поверхность земли через рыхлую или глинистую породу, образуются *грязевые вулканы*. Одни в виде маленьких конусов, высотой 20—30 см, другие в виде чашеобразных углублений, диаметром в несколько



метров. Из первых иногда выливаются сплошные миниатюрные грязевые потоки. Во вторых время от времени грязь клокочет, как при кипении, а временами и взлетает вверх.

Образование грязевых вулканов и горячих источников, связанных с вулканами, представляет собою конечную стадию вулканической деятельности.

Таким образом, мы проследили всю активную жизнь, весь путь магмы от ее образования до выхода на земную поверхность.

Энергия вулкана полностью израсходована, жизнь его окончилась. С геологической точки зрения, а геологи исчисляют жизнь земли тысячелетиями, миллионами, десятками и сотнями миллионов лет, жизнь вулкана недолговечна, так как вулканы и другие вулканические образования на поверхности земли быстро разрушаются. Вода, ветер и колебания температуры быстро разрушают их, и на их месте образовывается сначала холмистая местность, а затем и равнина.

Только те вулканические породы, которые вскоре после своего образования покрываются новыми осадочными образованиями — песками и глинами, — сохраняются долго. И только тогда, когда они благодаря новым движениям земной коры вновь появятся на земной поверхности, они снова станут видимыми и осязаемыми свидетельствами наличия вулканической деятельности, бывшей некогда в данной местности.

Заключившая о вулканизме и вулканах, следует отметить, что последние приносят не только вред человечеству своими, к счастью редкими, губительными извержениями, но и определенную пользу.

Некоторые вулканические туфы и пемза применяются как строительные материалы; базальтовая лава служит материалом для изоляционных, литых и кислотоупорных изделий.

Выделяющиеся и образующиеся иногда в больших количествах сера, нашатырь, алунит и другие полезные минералы находят соответствующее применение.

Борная кислота и некоторые другие вещества извлекаются из некоторых вулканических (преимущественно хлфатарных) струй газов и пара. Эти же струи могут быть использованы в некоторых случаях как движущая сила для получения электрического тока.

Горячие источники также могут быть использованы для отопления жилых домов и теплиц, для разведения в последних овощей, винограда и фруктовых деревьев.

И, наконец, горячие источники, благодаря их температуре, частично магматической воде и несколько особому химическому составу, могут иметь чрезвычайно важное лечебное значение.

ОБЛАСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Вулканическая деятельность началась на нашей планете с момента образования земной коры миллиарды лет назад. Она то усиливалась, то ослабевала, а временами и совершенно прекращалась. Проявления ее тесно связаны с движением земной коры, преимущественно в так называемых геосинклинальных¹ горных областях и изредка на равнинных участках земной поверхности.

Вулканическая деятельность продолжается и в настоящее время.

На территории Советского Союза она была широко распространена и происходила во многих местах — от Земли Франца-Иосифа, Таймыра, Колымы и Чукотки на севере до наших южных границ — Крыма, Закавказья, Средней Азии, Алтая, Саян и Забайкалья, и от Закарпатья и Волыни на западе до восточных границ на Тихоокеанском побережье — Корякской земли, Камчатки, Курильских островов и Приморского края.

Земля Франца-Иосифа и Новая Земля, Кольский полуостров и Карелия; Тиман, Большеземельская тундра и Урал, Закарпатье, Волынь и Приазовье; Крым, Кавказ и Закавказье; близ Красноводска, Султан-уиз-даг, Фергана, Казахстан, Тянь-шань и пограничная Джунгария, Алтай и Кузнецкий Ала-тау, Центральная и Северная Сибирь, Забайкалье, Уссурийский край и Сихотэ-Алинь, Курильские острова и Камчатка, Командорские острова, Корякская земля и Чукотка, Колыма и некоторые

¹ Подвижная зона земной коры, находящаяся в течение долгих периодов в состоянии медленного опускания и являющаяся зоной мощных накоплений отложений моря. В дальнейшем под влиянием бокового давления начинается движение вверх и образование складчатого горного хребта.

другие районы были некогда ареной интенсивных, разнообразных и часто длительных проявлений вулканической деятельности. Она происходила в этих областях как в разные времена, так часто и одновременно и носила различный характер.

Сейчас в нашей стране вулканы действуют только на Камчатке и Курильских островах. В остальных местах они действовали в древние времена. Только на Кавказе, а также в Прибайкалье и Забайкалье, вблизи реки Индигирки и в Амуро-Уссурийской впадине, вулканическая деятельность окончилась геологически совсем недавно — в четвертичное время, а в Закавказье последние ее вспышки произошли в то время, когда уже жил в этих местах человек.

ИССЛЕДОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАТЕЛИ ВУЛКАНОВ СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Методы исследования вулканов и вулканической деятельности носят несколько иной характер, чем методы исследования, применяемые при обычных геологических работах.

Древняя вулканическая деятельность и даже действующие вулканы, но находящиеся во время исследования в стадии относительного покоя, изучаются методами, принятыми в геологии.

Все же проявления активной вулканической деятельности изучаются иными методами.

При изучении активного вулканизма необходимы, кроме полевых геологических исследований, еще постоянные, непрерывные наблюдения за деятельностью вулканов, а также применение химических и геофизических методов изучения.

При изучении вулканических газов и минералов — возгонов — необходимы химические анализы, а геофизический метод очень полезен для познания внутреннего строения вулкана и его подножия, глубины залегания вулканического очага, движения магмы от очага к поверхности, связи вулкана со строением земной коры в данном месте и ряда других вопросов.

Из геофизических методов особенно полезны: сейсмический, дающий сведения по данным землетрясений о глубине вулканического очага, о строении земной коры и

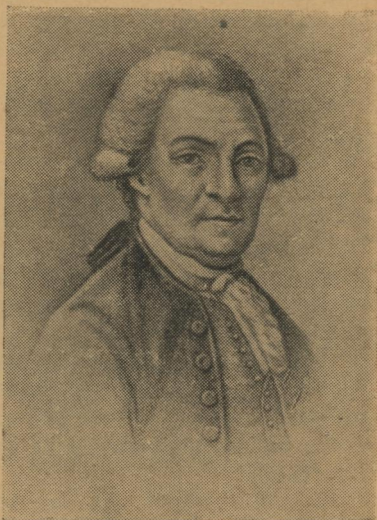
другие; гравиметрический, который может дать сведения о состоянии магматического вещества и его расположении под вулканом; магнитометрический, позволяющий иногда уловить движение магмы из очага к выходу ее на земную поверхность.

Характер самой вулканической деятельности, начинающейся большей частью внезапно и продолжающейся часто довольно долгое время, вызвал к жизни организацию вблизи некоторых вулканов постоянных научных учреждений, которые называют в разных странах различно: вулканологическими институтами, обсерваториями и станциями.

Естественно, что, базируясь на такие учреждения, можно гораздо полнее и разностороннее исследовать проявления вулканической деятельности.

Начало изучению наших вулканов положил С. П. Крашенинников, изучавший Камчатку в 1737—1741 гг. В его замечательной работе «Описание земли Камчатки» две главы: «О огнедышащих горах и о происходящих от них опасностях» и «О горячих ключах» — посвящены проявлениям большого и малого вулканизма. Эти же главы являются началом русской вулканологии — науки о вулканах и их деятельности.

С. П. Крашенинников описал строение Ключевского, Толбачинского и Авачинского вулканов и их деятельность в то время, а также охарактеризовал и некоторые другие вулканы. Он расценил их на огнедышащие и курящиеся и дал таким образом первую их классификацию. Им также описан с большим мастерством и красотой ряд горячих источников.



С. П. Крашенинников

После С. П. Крашенинникова отдельные, отрывочные сведения о деятельности огнедышащих гор Камчатки сообщались путешественниками и моряками.

Несколько более подробные сведения были получены в 1827 и 1828 гг. от А. Постельса¹, участника экспедиции Ф. П. Литке вокруг света. Им, кроме описания извержения Авачинского вулкана и заметок о других камчатских вулканах, было подмечено, что Курильские и Камчатские вулканы расположены почти по прямой линии с юго-запада на северо-восток. Такая «система вулканов», по определению Буха, относится к системе «вулканов рядовых».

Более подробные исследования камчатских вулканов были произведены А. Эрманом в 1829 г., К. Дитмаром в 1851—1855 гг. и, в особенности, К. И. Богдановичем в 1897—1898 гг., который дал не только общее представление о геологическом строении Камчатского полуострова, но и привел много новых сведений о вулканах Камчатки.

Им были исследованы некоторые вулканы и вулканические образования как восточной части Камчатки, так и расположенные в районе Срединного хребта, и сделаны важные общие выводы о вулканической деятельности на Камчатке.

В 1908—1910 гг. изучением вулканов занимались С. А. Конради, Е. В. Круг, В. М. Козловский и Н. Г. Келль, участники экспедиции Ф. П. Рябушинского, снаряженной при содействии Русского Географического общества.

К сожалению, результаты их работ были даны в виде кратких отчетов. Только Н. Г. Келль дал хорошую карту вулканов восточной половины Камчатки.

Некоторые вулканы и вулканические явления были попутно описаны участниками других отделов этой экспедиции — ботаником В. Л. Комаровым, академиком и президентом Академии наук СССР с 1936 по 1945 г., и зоологом П. Ю. Шмидтом.

Это были все лишь отрывочные данные. Лишь в советское время русские исследователи смогли планомерно

¹ А. Постельс. Из «Геогностических замечаний». Приложение к книге Ф. П. Литке. Путешествие вокруг света на военном шлюпе «Сенявин», Географгиз, 1948, стр. 253—261.

начать широкое и глубокое изучение природы своей великой родины, в том числе и такой отдаленной и мало изученной области, какой являлась Камчатка.

В конце 20-х и в начале 30-х годов XX в. были описаны горячие ключи, некоторые вулканы и их извержения местными краеведами, свидетелями этих извержений.

Все эти исследования были произведены попутно или как часть геологических работ.

Собственно вулканологические исследования начались у нас с 1931 г.

Прежде чем перейти к их описанию, остановимся на изучении молодых потухших вулканов и вулканических образований новейшего (четвертичного) времени на Кавказе и Закавказье и в других областях Советского Союза.

Начнем с Кавказа и Закавказья, где происходила совершенно недавно весьма интенсивная вулканическая деятельность и где еще сохранились в большом количестве не только лавовые потоки, но и сами вулканические аппараты.

Первые исследования вулканов Кавказа и Закавказья были произведены Г. Абигом, работы которого на эти темы появлялись, начиная с 1847 г. и почти до конца XIX в.

После Г. Абиха академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг в 1890 г. начал свои замечательные в то время исследования вулканов, лав и магмы.

Работы, посвященные этим вопросам, издавались с 1896 по 1940 г. Его главное внимание было сосредоточено на вулканах и лавах Центрального Кавказа и Армянского вулканического нагорья. Кроме описания форм и состава этих вулканов, им была намечена связь вулканов Кавказа с дислокационными¹ процессами, выявлен особый тип вулканических образований, которому он дал название «экструзивные массивы», т. е. выжатые массивы, и предложена новая классификация вулканов.

Ф. Ю. Левинсон-Лессинг изучил также вулканическую группу Кара-даг в Крыму и другие древние вулканические образования в разных местах нашей страны.

Его работы и идеи сыграли большую роль как в познании вулканов, так и в распространении вулканологи-

¹ Процесс нарушения нормального залегания пластов земной коры.

ческих исследований. Он впервые ввел и читал в высшем учебном заведении особый курс «Вулканологии».

Наконец, по его мысли и под его руководством, было организовано на Камчатке вблизи Ключевского вулкана специальное научное учреждение — Вулканологическая станция Академии наук СССР для изучения вулканов и вулканической деятельности.



Акад. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг

Лавы и вулканы Кавказа и Закавказья изучали академики Д. С. Белянкин и А. Н. Заварицкий, а также Л. А. Варданянц, А. П. Герасимов, А. С. Гинзберг, П. И. Лебедев, Б. М. Куплетский, К. Н. Паффенгольц, В. П. Петров и ряд других исследователей. Их исследования показали общую картину вулканической деятельности в этих областях и внесли новые представления о характере вулканизма.

Что же касается других вулканических областей, в которых сохранились еще вулканические аппараты, то в отношении их имеются краткие заметки А. П. Герасимова, П. И. Преображенского и акад. В. А. Обручева о потухших вулканах Прибайкалья и Забайкалья и, в частности, Витимского плоскогорья, а также работы М. С. Нагибиной и других по древнему и молодому вулканизму этого района, А. П. Васьковского — о вулканах в районе реки Момы, впадающей в реку Индигирку, Е. Ф. Малеева — о вулканах Уссурийского края.

Все эти исследования были проведены обычными, принятыми в геологии, полевыми и затем кабинетными методами исследований.

Они принесли большую пользу, внесли много нового, но они не могли охватить своим изучением многие вопросы, связанные с исследованием как самих действующих

щих вулканов, так и последующих за извержениями вулканических явлений.

Вулканологические исследования начались у нас только в советское время изучением в 1931 г. акад. А. Н. Заварицким вулкана Авачи. Была выяснена история образования этого вулкана, определен, впервые в истории русской науки, состав вулканических газов и выяснен тип извержений, характерный для этого вулкана.

А. Н. Заварицкий выявил и указал на связь линейного (рядами) расположения вулканов Камчатки с ее внутренним строением—с вероятными по этим направлениям разломами в земной коре.

В этом же году Б. И. Пийп начал изучать горячие ключи Камчатки.

В следующем, 1932 г., В. С. Кулакову посчастливилось первому из русских геологов наблюдать и изучать на нашей территории извержение Туйлы, побочного вулкана Ключевской сопки.



Акад. А. Н. Заварицкий

В 1935 г., как уже упоминалось, по инициативе акад. Ф. Ю. Левинсон-

Лессинга была организована близ Ключевской сопки — самого активного вулкана Камчатки — Вулканологическая станция Академии наук СССР.

1 сентября 1935 г. является началом постоянных вулканологических исследований, выразившихся в непрерывных наблюдениях за современной деятельностью Ключевского и некоторых других вулканов, особенно во время извержений, в изучении характера и механизма извержений и в других видах исследований.

Научные сотрудники станции: В. И. Влодавец, А. А. Меняйлов, С. И. Набоко, Б. И. Пийп и В. Ф. Попков, со времени организации станции изучали Ключевской вулкан, причем за это время изучено два полных

цикла извержений этого вулкана, извержения Авачи, Шелуча, Толбачика, Жупановского, Карымского и Малого Семьячика, изучался также ряд потухших и находящихся в сольфатарной стадии деятельности вулканов.

В результате этих исследований было вскрыто много важных и интересных явлений, на которых в данной книге нет возможности останавливаться. Однако следует отметить некоторые условия работы, в каких приходилось проводить эти исследования.

Подъем на Ключевской вулкан, высота которого около 4 800 м — достаточно труден. Первым на него поднялся Д. Гаус в 1788 г. и до советского времени там больше никто не был. В советское время, до 1949 г., было совершено десять восхождений. В 1931 г. — одно, в 1935 г. — три подъема на вершину Ключевского вулкана, причем в двух случаях со спуском в кратер (в первом — геолог В. С. Кулаков, Н. Водопьянов и Семенов, во втором — химик А. Н. Троцкий и С. Д. Коптелов); в 1936 г. два восхождения, причем во втором участвовала геолог С. И. Набоко, первая и пока единственная женщина, побывавшая на вершине Ключевского вулкана; в 1937 г. во время слабых извержений вулкана на него поднялся геолог А. А. Меняйлов; и последние в 1940, 1945 и 1948 гг.

Подробнее о подъемах на вершину Ключевского вулкана не буду касаться, но остановлюсь на замечательном дрейфе, проведенном научными сотрудниками станции — геологом В. Ф. Попковым и химиком И. З. Ивановым на движущемся лавовом потоке.

Для измерения температуры расплавленной лавы и сборов из нее газов, эти два самоотверженных научных работника, которых с полным правом можно назвать героями науки, перескочили на корку двигавшегося потока и, плывя на ней, произвели свои научные наблюдения. Температура корки лавы у подошв ног была 270—300°. Был ноябрь месяц, дул сильный холодный ветер и, хотя они были в асбестовых сапогах, тем не менее им приходилось стоять то на одной, то на другой ноге, чтобы они попеременно хоть немного остывали. Сама корка была в некоторых местах еще в таком состоянии, что ее можно было протыкать железным жезлом. На глубине 40 см температура лавы равнялась 870°. На корке потока то и дело лопались пузыри, из которых выделялись газы. Отважные исследователи пытались их уловить, но всякий

раз, когда они накрывали воронкой пузырь, он лопался
сбоку, и газы уходили в сторону. Тогда они проделали
отверстие в корке и взяли пробу газа.



В. Ф. Попков и И. З. Иванов

Измерив еще несколько раз температуру лавы, они
благополучно перепрыгнули с плывущей корки на за-
стывший, недвижущийся борт потока.

Таким путем работники Вулканологической станции
накопляли и накаплиют новые сведения, новые факты о

вулканах Камчатки и их деятельности. И настоящая книга во многом обязана существованию этой станции, так как благодаря ей мы знаем значительно больше о жизни вулкана, и особенно вулканов Камчатки, чем знали до ее организации.

Заканчивая этот раздел, необходимо сказать и о гейзерах Камчатки.

Уже давно было известно о существовании гейзеров на Камчатке, но эти сведения касались маломощных небольших гейзеров.

И только в 1941 г. Т. И. Устиновой была обнаружена близ вулкана Кихпиныч, в совершенно новом месте, большая группа крупных и мелких гейзеров, расположенных вдоль речки Гейзерной, близ Кроноцкого залива.

Что же касается исследований вулканов Курильских островов, то они, по существу, еще не производились.

В отношении их имеются только отрывочные сведения в работах В. Р. Головнина и Ф. Крузенштерна, Д. Мильна и Г. Сноу, напечатанных в XIX и начале XX в.

Только Г. В. Корсунская, изучавшая Курильские острова в 1946 г., опубликовала несколько более подробные сведения о вулканах южной части Курильской гряды.

СОВРЕМЕННАЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ВУЛКАНЫ КАМЧАТКИ

Вулканы Камчатки тесно связаны с горообразовательными движениями земной коры, в частности, с образованием хребтов, что придает особый характер рельефу Камчатского полуострова.

Вдоль полуострова вытянуты два горных хребта и цепь разнообразных вулканов.

В западной половине расположен Срединный хребет. В восточной половине проходит Восточно-Камчатский хребет. Разные участки этого хребта носят различные названия. Южная часть — Южно-Быстринский, у поворота на северо-восток — Ганальские востряки, далее к северо-востоку — Валагинский хребет, еще далее — хребет Тумрок и, наконец, от Ключевского дола на северо-северо-восток хребет Кумроч, который оканчивается у Озерного залива.

Цепь вулканов, образующая род своеобразного хребта, расположена вдоль восточного берега полуострова, от мыса Лопатка до Кроноцкого озера. Далее, как бы пересекая хребет Тумрок, эта цепь идет прямо на север, но уже вдоль западных склонов хребтов Тумрок и Кумроч.

Хребты и цепь вулканов на Камчатке имеют северо-восточное направление. Но, кроме того, некоторые вулканы и выходы горячих источников расположены по линиям северо-западного направления. Такое их расположение связано с геологическим строением земной коры — с ее разломами, с разломами Камчатско-Курильской

и Алеутской вулканических и тектонических¹ дуг, входящих в Тихоокеанское огненное вулканическое кольцо.

Вулканическая деятельность на Камчатке началась до мезозоя, а может быть и до палеозоя², причем она возобновлялась до мезозоя четыре раза.

Вулканическая деятельность в первую, самую древнюю, стадию не была интенсивной. Она сопровождалась небольшими излияниями лавы. Наоборот, вторая и третья стадии вулканической деятельности сопровождались мощными массовыми излияниями лав, причем во вторую стадию лавы изливались под водой.

Лавы, изливавшиеся во все эти стадии, имели основной состав.

В мезозойский период, т. е. примерно 190 — 70 млн. лет назад, вулканическая деятельность на Камчатке возобновлялась не менее двух раз, причем в первый раз произошли незначительные подводные излияния лав основной магмы. Во второй раз, примерно 70 млн. лет назад, на границе мелового и третичного периодов, вулканическая деятельность приняла грандиозные размеры. Наземные и подводные излияния лав базальтового и андезито-базальтового составов чередовались с сильной взрывной деятельностью, в результате которой образовались большие накопления вулканических туфо-брекчий и туфов.

Извержения происходили главным образом из многочисленных небольших трещин и центральных вулканов и отчасти напоминали современную вулканическую деятельность на Курильских островах. Извержения были весьма интенсивными, и их лавы и туфы заняли большую площадь. Эта вулканическая деятельность продолжалась

¹ Геологическое строение отдельных частей земной коры, показывающее взаимоотношение и характер залегания находящихся в них пород.

² Всю геологическую историю земли делят, начиная с самых древних времен, на археозойскую, протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры. В свою очередь эры разделяются на периоды: палеозойская — на кембрийский (кембрий), силурийский (силур), девонский (девон), каменноугольный (карбон) и пермский (пермь). Мезозойская — на триасовый (триас), юрский (юра), меловой (мел) периоды. Кайнозойская эра — на третичный и четвертичный периоды. Периоды в свою очередь подразделяются на эпохи и века.

в течение верхнемелового и в начале нижнетретичного времени, т. е. около 80—60 млн. лет назад.

Возобновление вулканической деятельности произошло в верхнетретичное время, т. е. около 20—10 млн. и меньше лет назад. Изливались как основные, так особенно средние и кислые лавы.

Наконец, последнее возобновление вулканической деятельности, которое продолжается и по настоящее время, произошло около 1 млн. лет назад, в начале четвертичного периода.

Таким образом, вулканическая деятельность на Камчатке началась, вероятно, до палеозоя и еще не окончилась в настоящее время. Ее проявления то усиливались, то ослабевали. Она была связана и происходила почти одновременно с горообразовательными движениями земной коры на Камчатке.

Современная вулканическая деятельность, которая началась в конце оледенения Камчатки, значительно слабее по сравнению с интенсивной и мощной деятельностью прошлых времен.

О суммарной мощи вулканической деятельности на Камчатке за всю жизнь свидетельствуют многочисленные действующие и потухшие вулканы и вулканические породы, которыми покрыто более 40% ее поверхности.

Из особенностей Камчатки следует отметить подвижность земной коры, особенно в ее восточных районах. Эти районы — места достаточно сильных, часто повторяющихся вулканических и тектонических землетрясений. Они относятся к 7-, 8- и 9-балльным зонам землетрясений. О подвижности Камчатки, кроме частых землетрясений, свидетельствуют также террасы и другие геологические данные. По ним можно судить, что восточная часть Камчатки движется различно. В то время как севернее реки Камчатки берег полуострова значительно поднялся после оледенения, в средней части полуострова — около реки Семьячик — он поднялся лишь на незначительную величину, а в южной части — около Петропавловска и далее на юг — берег медленно опускается.

Все эти вместе взятые данные подчеркивают особую неравномерную подвижность восточных районов Камчатки. Неудивительно поэтому, что действующие ныне вулканы расположены только в восточной части полуострова,

хотя существуют указания, что в Срединном хребте находится один действующий вулкан — Ичинский, который в настоящее время выделяет струи газов. Однако это указание не подтверждено и поэтому является сомнительным.

Вулканы на Камчатке расположены тремя полосами — вдоль восточного берега, по Срединному хребту и вдоль западного побережья. Вулканическая деятельность их была разнообразной как с точки зрения типов вулканической активности и форм вулканов, так и с точки зрения состава лав.

Сравнительно недавно (в третичное время) через многочисленные, близко расположенные трещины или трубообразные каналы изливались базальты и образовывали обширные покровы, напоминающие покровы массовых излияний. Подобные излияния затем сменились только центральными извержениями, которые наблюдаются и в настоящее время. В зависимости от состава лав и типа вулканической деятельности, а также ряда других причин, над центральными каналами возникли разнообразные вулканы. На Камчатке известны почти все типы вулканической деятельности, за исключением плинийанского и, может быть, гавайского. Однако последний, т. е. гавайский тип, возможно, происходил здесь в недалеком прошлом.

Современная вулканическая деятельность сосредоточена в восточной части Камчатского полуострова. Здесь расположены все действующие, все затухающие и большая часть потухших вулканов. Однако среди последних, может быть, находятся и не потухшие, но крепко спящие вулканы, которые смогут проснуться и начать действовать.

Из действующих вулканов наиболее активными являются Ключевской, Карымский и Авачинский; менее активными — Швелуч, Плоский Толбачик, Горелый хребет и Мутновский; и малоактивными — Кизимен, Малый Семячек, Жупановский, Корякский, Ксудач и Ильинский.

Действующие вулканы

Ключевской вулкан является одним из величайших действующих вулканов Европы и Азии и самым высоким и активным вулканом Камчатки. Он уступает по абсолютной высоте только некоторым действующим вулканам

Центральной и Южной Америки. По относительной же высоте Ключевской вулкан, который поднимается почти от уровня моря, является одним из высочайших действующих вулканов на земной поверхности. Его абсолютная высота, по данным различных авторов, колеблется в пределах 4 778 — 4 917 м.

Ключевской вулкан, благодаря своей высоте и правильной конусообразной форме, а также почти постоян-



Камчатская огнедышащая гора (Из книги С. П. Крашенинникова)

ному проявлению вулканической деятельности, является одним из красивейших вулканов мира.

Он расположен в северо-восточном углу так называемой Ключевской группы вулканов, состоящей из действующих Ключевского и Плоского Толбачика и потухших — Плоского, Среднего, Камень, Безымянного, Зимина, Большой Удины, Малой Удины и Острого Толбачика. Эта группа гигантов, высотой от 2 000 м и выше, возглавляется тремя великанами — тремя самыми высокими вулканами Камчатки — Ключевским, высотой около 4 800 м, Камнем — 4 617 м и Плоским — 4 030 м. Все они расположены в широкой долине между хребтами Кумроч и Срединным. Ключевской вулкан расположен на

восточном склоне подошвы Плоского вулкана. От вершины до высоты около 2 800 м Ключевской вулкан имеет форму слегка усеченного конуса, несколько нарушенного раскаленной лавиной во время извержения 1 января 1945 г., образовавшей у вершины глубокую и широкую рытвину. Склоны конуса наклонены к горизонту под углом 33—35°. За исключением перемычки, соединяющей Ключевской вулкан с Камнем, и ледораздела, соединяющего Ключевской вулкан с Плоским, — в остальных частях вулкана, от 2 700 и до 1 500 м абсолютной высоты, склон становится более пологим, около 10—12° к горизонту. Ниже 1 500 м и до уровня окаймляющих Ключевской вулкан долин рек Камчатки и Хапицы лежит подножие вулкана, общий склон которого около 4°.

На вершине конуса Ключевского вулкана находится кратер чашеобразной формы, диаметром около 500 м, который, благодаря частым извержениям, временами несколько меняет форму. Края кратера зазубренные и, кроме того, имеют значительные выемки как в восточной, так и в западной сторонах. После извержения 1937 г. западная выемка значительно расширилась и приняла ковшеобразную форму, а после извержения 1 января 1945 г. — в северной части образовались глубокие (до 200 м глубиной) «ворота».

Внутри кратера в более спокойное время наблюдалось одно или два жерла. Во время более активного состояния вулкана в кратере нарастал обычно внутренний конус, который возвышался выше первоначальных его краев. Стенки кратера сложены из перемежающихся слоев лавы, вулканического песка и льда, перемешанного с песком.

Склоны конуса покрыты почти сплошным ледником, среди которого кое-где находятся гряды — верхние части лавовых потоков. Ледники спускаются до высоты 2 000—1 800 м и один, текущий на север, наиболее мощный — до 1 500 м.

Из-под ледников вытекают многочисленные ручьи, которые, соединяясь в более крупные речки, текут как бы по радиусам по северо-восточному и восточному склонам подножия вулкана. Во многих случаях они прорезают в вулканических породах глубокие ущелья — каньоны.

Кроме того, склоны подножия Ключевского вулкана

усеяны побочными конусами, максимальная относительная высота которых около 200 м. Большинство их расположено по радиусам, идущим от главного кратера как из центра. В то же время многие побочные конусы находятся примерно на одной высоте. Повидимому, большая часть расположена по радиальным и, может быть, круговым трещинам. Преобладающая часть побочных конусов образовалась в результате взрывной деятельности, и они состоят из вулканического песка и кусков шлака. Образование некоторых конусов сопровождалось и излиянием лавы.

Побочные конусы расположены на расстояниях от 8 до 25 км от главного кратера.

Лавовые потоки Ключевского вулкана изливались как из главного кратера, так, преимущественно, из низко расположенных побочных конусов. По своей форме лавовые потоки имеют много общего с ледниками. Появляется такая же система поперечных трещин, особенно на более крутых склонах подстилающей их местности. Наблюдаются и продольные лавовые гряды, похожие на продольные морены, и т. п.

Лавы Ключевского вулкана — это глыбовые лавы, которые представляют собой нагромождение глыб и обломков лав на поверхности потока. Они образуют иногда различные, порой фантастические фигуры, которые местное население называет кекуры.

Максимальная длина лавовых потоков, обнажающихся на поверхности вулкана, — около 16 км, а ширина — от 200 до 1 500 м. Видимая их толщина — от 10 до 60 м.

Среди лав сравнительно мало вулканических туфов и туфо-брекчий. Значительно больше нецементированного рыхлого вулканического песка, особенно на восточном и юго-восточном склонах вулкана, благодаря преобладанию в этой местности западных ветров.

Некоторые побочные конусы богаты вулканическими бомбами различной длины (до 3 м) и разнообразной формы — шарообразной, грушеобразной, веретенообразной и т. п.

Лавы, вулканические туфы и пески принадлежат к породам основной магмы. Колебания в их химическом и минералогическом составе невелики, но лавы, изливающиеся через главный канал, — андезито-базальтовые, т. е.

несколько более кислые, чем изливающиеся через побочные конусы базальтовые лавы.

Из главного кратера почти непрерывно, то усиливаясь, то ослабевая выделяются газы. Более доступными для изучения являются газы, выделяющиеся из побочных вулканов и их лав, образовавшихся в последние годы.



Фумарола. Возгоны и струя газов

Фото В. Ф. Попкова

Среди газов преобладают пары воды, затем в значительных меньших количествах хлористый водород, окись углерода, водород, азот и кислород, изредка — сернистый и углекислый газы. В небольших количествах находятся и другие газы.

Очень интересны образующиеся около отверстий фумарол возгоны разнообразной окраски и составов. Главная масса их относится к галоидным соединениям. Значительная часть — к сернокислым. В состав этих возгонов входят в значительных количествах около 50 различных

элементов, т. е. половина элементов менделеевской таблицы.

Ключевской вулкан возник в последнее межледниковое время или в период между отступанием и следующим наступанием ледника. Исходя из объема Ключевского вулкана, равного минимум 340 куб. км, и объема лавы и вулканического песка во время извержений 1937—1939 гг., равного около $1\frac{1}{2}$ куб. км, — следует считать, что для постройки его необходимо около 700 извержений подобной мощности. Если допустить, что в среднем каждое извержение дает $1\frac{1}{2}$ куб. км лавы и вулканического песка и что извержения Ключевского вулкана происходили все время в среднем, как об этом будет сказано дальше, через 7—8 лет, то можно условно считать, что Ключевской вулкан возник примерно 5 000 лет назад.

Жизнь Ключевского вулкана началась излиянием преимущественно лав, а затем к ним присоединилась и взрывная деятельность. В результате такой деятельности конус вулкана построен из перемежающихся слоев лавы и рыхлых вулканических пород. Таким образом, Ключевской вулкан является слоистым вулканом или, иначе говоря, *стратовулканом*. В его деятельности есть элементы вулканического и стромболианского типов вулканической деятельности.

Первые сведения об его извержениях относятся к 1698 г. За 250 лет произошло 34 цикла¹ извержений: в 1698, 1702—1711, 1721—1731, 1737, 1739—1740, 1762, 1767, 1785—1786, 1788—1790, 1792, 1795—1796, 1802, 1810, 1813, 1819, 1821—1822, 1829, 1840—1841, 1848, 1852—1854, 1864, 1877—1879, 1882, 1896—1899, 1908—1910, 1912—1916, 1920—1921, 1923, 1925—1926, 1929, 1931, 1932, 1937—1939 и 1944—1946 гг.

Следовательно, за последние 250 лет происходили извержения Ключевского вулкана, в древности называемого Камчатской огнедышащей горой, в среднем через 7 лет. Извержения происходили, конечно, и раньше. С. П. Крашенинников, который был на Камчатке в 1737—1741 гг., упоминает, что местное население подметило известную закономерность в повторяемости более силь-

¹ Извержения вулканов с интервалами меньше одного года объединяются в цикл извержений. Таким образом цикл извержений может состоять как из одного извержения, так и из нескольких отдельных извержений.

ных извержений, ранее происходивших, т. е. до XVIII в. Они происходили периодически, с промежутками 7—10 лет, т. е. с такой же периодичностью, как и в последние столетия.

Из более сильных извержений надо упомянуть извержение 1737 г. Оно началось 25 сентября (6 октября по новому стилю), продолжалось около недели и было весьма сильным и грозным. Оно состояло из двух стадий. В первую произошли, повидимому, выбросы раскаленных лавин и излияния потоков лавы. Крашенинников это извержение описывает следующими словами: «Вся гора казалась раскаленным камнем. Пламя, которое внутри ее сквозь расщелины было видимо, устремлялось иногда вниз, как огненные реки, с ужасным шумом. В горе слышен был гром, треск и будто сильными мехами раздувание, от которого все ближние места дрожали»¹.

Вторая стадия заключалась в выбросе большого количества пепла, почти целиком унесенного ветром в море.

Весьма сильное и обильное лавой извержение произошло с 5 по 10 сентября 1829 г.

Вулканическая деятельность выражалась не только в извержениях из главного кратера, но и в прорыве ряда побочных вулканов, которых у Ключевской сопки свыше 60. Девять из них образовались в последние два десятилетия. В 1932 г. на северо-восточном склоне прорвались три побочных вулкана. 25 января на высоте 600 м прорвался Киргурич, 26 или 29 июня прорвался на высоте 500 м Туйла и 13 ноября на высоте около 600 м — Биокось.

Прорыву этих кратеров, начиная с конца августа 1931 г., предшествовал ряд иногда достаточно сильных, до 7 баллов, землетрясений. Они продолжались до прорыва Киргурича, т. е. до 25 января 1932 г. Перед прорывом они прекратились и в момент самого прорыва не наблюдались.

Эти извержения сопровождались излияниями лавы и выбросами вулканического песка и бомб. Выделение газов из кратера Туйлы происходило или со взрывом, или без него. При выделении без взрывов поднимался обычно

¹ С. Крашенинников. Описание земли Камчатки. 1786, т. 1, стр. 175.

в большом количестве черный дым, т. е. газы, насыщенные вулканическим песком, при этом был слышен своеобразный шорох. При выделении со взрывом происходило большей частью и излияние лавы. Количество взрывов в минуту в периоды более сильной деятельности колебалось от 17 до 34 м, даже иногда до 38.



Лавовый поток Туйлы

Фото В. Ф. Попкова

Деятельность Ключевского вулкана между извержениями выражалась в слабом выделении газов в виде бесформенной массы или отдельных струй или даже, что наблюдалось редко, почти в полном покое. Такая картина наблюдалась, например, после извержений 1931 и 1932 гг., до апреля 1935 г.

Первые предвестники нового цикла извержений наблюдались 21 апреля 1935 г. В этот день деятельность вулкана усилилась. Начались интенсивные выделения из главного кратера газов, иногда со взрывами. Их сменили

выбросы пепла и газов на высоту 4 км, затем взрывы, выбрасывавшие раскаленные лапилли и глыбы (13 августа и 13 октября 1935 г.). И, наконец, зарево над вершиной вулкана (в ночь на 1 и на 4 ноября 1939 г.) свидетельствовало о подходе огненной лавы к кратеру вулкана.

Первое извержение из главного кратера наблюдалось 12 апреля 1937 г., а последнее, весьма слабое — 21 апреля 1938 г. В течение года произошло около 50 извержений.

Наиболее сильные извержения происходили с 1 сентября по 15 октября 1937 г.

Первое излияние лавы наблюдалось 9—11 мая 1937 г., а последнее — 5 февраля 1938 г. Из главного кратера излилось около 14 млн. куб. м лавы, а вулканического песка, пепла и более крупных обломков было выброшено около 160 млн. куб. м.

Ночью с 6 на 7 февраля 1938 г. на восточном склоне Ключевского вулкана по одной прямой линии, на высоте от 900 до 1800 м над уровнем моря, прорвалось 4 побочных вулкана и 6 маар. Первым прорвался наиболее высоко расположенный, за



Взрыв—выброс газов и пепла из кратера Ключевского вулкана

Фото Н. Водопьянова

ним последовательно другие и через 2 часа 30 минут (уже 7 февраля в 2 час.) прорвался наиболее низко расположенный побочный вулкан.

Деятельность более высоко расположенных побочных вулканов быстро прекратилась. Выделялись только струи газов. Деятельность наиболее низко расположенного побочного конуса, названного Билукай, была наиболее интенсивной и продолжалась долго — 390 дней.

По наблюдениям сначала С. И. Набоко, а затем В. Ф. Попкова, конус Билукай в первый период деятельности имел три жерла. На вершине конуса «Основное жерло», на западном склоне, на высоте 40 м от подножия,

жерло «Сосед» и на восточном склоне, примерно на той же высоте — «Лавовое жерло». Несмотря на близкие расстояния между этими жерлами, характер деятельности их был различен. Из Лавового жерла периодически изливалась лава. Из Основного — происходили взрывы средней силы, в перерывах выделялись газы преимущественно белого цвета, временами наблюдалось фонтанирование лавы. Из Соседа — редкие (по сравнению с Основным) огромной силы взрывы, которые стремительно выбрасывали громадные черные столбы, состоящие из газов, перенасыщенных глыбами, обломками и песком. В столбах сверкали молнии, раздавался сухой треск, и от них шел каменный и грязевой дождь.

Подобная деятельность Соседа наблюдалась в начале деятельности Билюкая и затем летом. Осенью 1938 г. он уже не действовал и больше не возобновлял своей энергичной и автономной деятельности.

Извержение Соседа одновременно с извержениями из Основного и Лавового жерл — редкое явление. Извержения и Лавового и Основного жерл происходили вследствие выделения газов и подъема лавы из вулканического очага. Причина извержения Соседа была другая. Дождевая вода, а также вода, образовавшаяся от таяния снега и льда, протекая сквозь вулканические глыбы и пески, подходила к каналу Основного жерла и, соприкасаясь с огненножидкой лавой, превращалась в пар, который, как известно, занимает больший объем, чем поступающая вода, что и было причиной извержения Соседа.

Лава, излившаяся из Лавового жерла в несколько приемов, образовала поток длиной около 16 км. Она текла одним потоком, но в декабре 1938 г. дала четыре ответвления длиной в 400, 500, 800 и 1 000 м.

Течение лавы, как и взрывы в кратере, представляли красивую картину. Огненножидкая лава, вытекая из жерла, направлялась затем по руслу, образовавшемуся среди глыб ранее излившегося потока. По мере продвижения от жерла она охлаждалась и покрывалась коркой, которая часто ломалась со звоном, напоминающим звук разбивающегося стекла. Чем дальше от жерла, тем корка становилась толще, но еще жидкий поток лавы, который тек под коркой, продолжал ее ломать. По трещинам между глыбами корки вытекала еще огненно-

красная лава. Красные пятна ее, которые наблюдались на большом протяжении на потоке, и шум — создавали ночью впечатление большого ярко освещенного города.

Всего излилось около 240 млн. куб. м лавы, а вулканического песка и пыли было выброшено около 25 млн. куб. м. Как видите, соотношение обратное количествам излившейся лавы и выброшенного песка из главного кратера, из которого было больше выброшено песка и меньше излилось лавы. Это явление наглядно говорит о влиянии высоты вулкана на характер вулканической деятельности. Лаве трудно подниматься на высоту почти 5 км. Ей легче изливаться в более низких местах, в данном случае на высоте 900 м.

За это же время, т. е. 390 дней, было выброшено только Билокаем в воздух около 6 млн. т паров воды и около 100 тыс. т хлористого водорода и других кислых газов.

Во время извержений и после прекращения взрывов и излияния лавы наблюдалась фумарольная деятельность. Фумаролы концентрировались как в кратере Билокая, так и на потоке на расстоянии около 2 — 8 и даже 13 км от кратера.

Следующий, последний, цикл извержений начался 9 декабря 1944 г. Это извержение, в противоположность предыдущему циклу, началось неожиданно. На этот раз не было замечено никаких предупреждающих явлений.

Извержения заключались главным образом в выбросе пепла, бомб и газов и в зареве, которое было видно по ночам над кратером. По наблюдениям Б. И. Пийпа, максимального напряжения извержение достигло 1 января 1945 г. В 4 часа 40 мин. внезапно косо взвился огненный оранжево-желтый острый конус, который через 15 мин. достиг высоты 1 500 м над кратером. Этот конус как бы вонзился в клубы газов, поднимавшихся огромной массой из всего кратера на высоту до 7 000 м над вершиной вулкана. Из вершины огненного конуса падали в колоссальном количестве раскаленные вулканические бомбы и обломки лавы. Их было так много, что когда они падали, создавалось впечатление сказочной огненной пурги. Такая картина извержения наблюдалась до рассвета. С рассветом стала видна огромная мрачная черная туча, достигавшая высоты 15 км над уровнем моря.

Это необыкновенное извержение Ключевского вулкана сопровождалось большим количеством преимущественно горизонтальных молний, сверкавших в черной вулканической туче; землетрясениями силой до 5 баллов (в течение 15 часов было замечено 21 землетрясение), и были замечены ненормальные явления в слышимости звуков



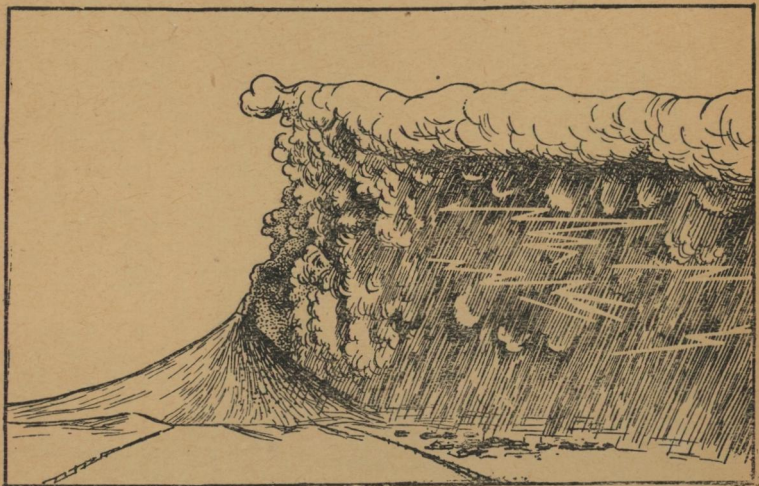
Одновременные извержения из Основного жерла и из Соседа на Билукае (С картины Васильева)

(взрывы, грохот) извержений. Последние очень хорошо ощущались на расстоянии около 150 км от кратера и совершенно не были слышны в 30 км от него. Молнии были видны за 450 км. Грохот извержений был слышен в селениях, удаленных на 250 — 300 км от вулканов.

Это извержение окончилось в тот же день в 20 часов. Было выброшено не менее 0,6 куб. км вулканического песка и пыли. Раскаленные лавины проделали глубокое ущелье у кратера на склоне вулкана. Они же и падающий вулканический песок растопили массу снега и льда. Образовались грязевые потоки и потоки талой воды, которые устремились по проделанной рывтине в речку и

далее в долину к реке Камчатке. Вода достигла реки, находящейся в 35 км от кратера, лишь к вечеру 1 января и продолжала течь весь день 2 января, при морозе 25°. Только через двое суток после этого вода замерзла.

Через несколько дней после этого извержения сквозь образовавшиеся в кратере «ворота» началось излияние лавы, которое окончилось 20 января. Затем наблюдались огромные выделения газов из кратера и из фумарол, и в



Извержение Ключевского вулкана 1 января 1945 г.
(По рисунку Б. И. Пийпа)

конце января вулканические проявления в главном кратере прекратились. 19 июня этого же 1945 г. вулканическая деятельность вновь возобновилась, но уже на юго-восточном склоне вулкана. На высоте 1 000—1 500 м по одной линии, направленной к вершине вулкана, прорвались 4 побочных кратера. Из нижнего кратера — имени Заварицкого, подобно тому, как из нижнего кратера Билюкая, вытек лавовый поток, длиной около 6 км. Извержения из этих побочных кратеров прекратились 7 июля того же года. Как и Билюкай в прошлом цикле извержений, так и кратер Заварицкого действовал наиболее энергично и бурно. Из кратера почти непрерывно выбрасывался лавовый фонтан на высоту до 300 м и одновременно вытекала лава. Она в фонтанах выбрасывалась

жидкой, но частицы ее падали уже твердыми, хотя еще раскаленными. Температура лавы в фонтанах была около 1200°.

Одновременно с лавой выбрасывался и газ. Вначале он был невидим или прозрачно-желтоватого цвета, но над вершиной фонтана собирався в белое облако, из которого падал мелкий пепел.

Извергающая деятельность сменилась интенсивным выделением струй газа во всех кратерах и на потоке и образованием возгонов.

Казалось, что наступил период покоя, но 23 октября 1946 г. на расстоянии около 2 км от этих кратеров, на высоте 1600 м, прорвался новый побочный вулкан, который действовал всего 29 дней и из которого излился лавовый поток, протяжением около 10 км. При этом излилось 18 млн. куб. м лавы и было выброшено около 3 млн. куб. м вулканического песка и пыли. После этого извержения вулканическая энергия этого цикла была израсходована, и наступил на несколько лет период покоя.

Карымский вулкан принадлежит к активнейшим вулканам Камчатки. Он по форме представляет почти правильный, слегка усеченный конус, без борозд и барранкос¹. Высота его 1380 м.

Карымский вулкан по составу и строению представляет собой дацитовый *стратовулкан*, с значительным преобладанием в его строении рыхлого вулканического материала над лавами. Он расположен в центральной части кальдеры, диаметр которой около 5 км, а высота стенок — от 50 до 150 м. Эта стенка кальдеры опоясывает вулкан почти со всех сторон и только на юго-востоке она открыта к реке Карымской.

История возникновения Карымского вулкана весьма интересна. Первоначально возник ныне потухший вулкан Двор. Затем сильный взрыв расширил канал Двора до 2 км в диаметре и снес его вершину. После такого сильного взрыва и последовавших за ним небольших излияний лавы около вулкана произошел провал местности, захвативший и половину Двора. В результате этого провала образовалась вышеупомянутая кальдера, которая срезала и половину вулкана Двор. После этого, приблизительно

¹ Радиально расположенные овраги на внешнем склоне вулкана.

в центре дна кальдеры, прорвался ныне действующий Карымский вулкан.

Конус Карымского вулкана поднимается с высоты 800 м над уровнем моря со дна кальдеры, заполненной лавами этого же вулкана. Его конус сложен лавами и главным образом кусками шлака, вулканическим песком и пемзовым щебнем.



Карымский вулкан

Фото В. Д. Троицкого

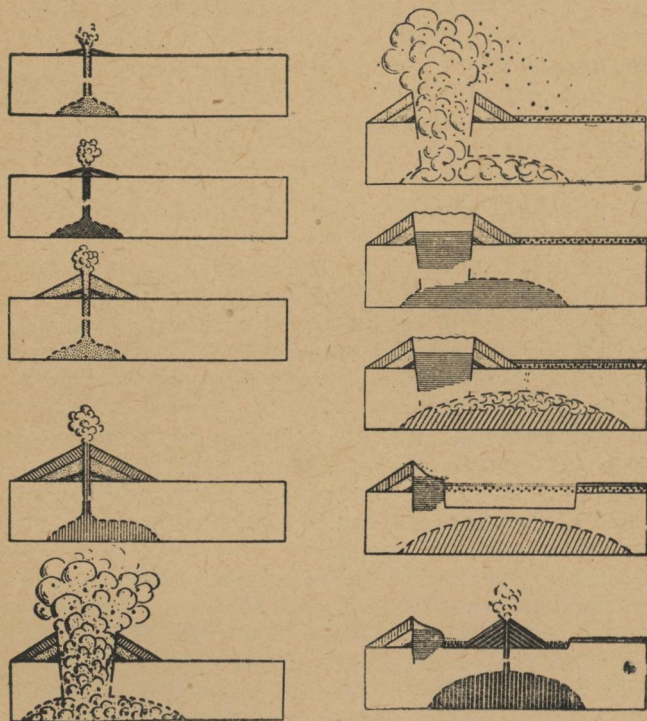
Кратер представляет собой чашу диаметром около 200 м с высоко поднятым юго-восточным краем. В центре кратера жерло овальной формы. По краям и отчасти на дне кратера — фумарольные отверстия, из которых почти все время выделяются сильные струи газа.

Вулканическая деятельность Карымского вулкана заключается в частом выбрасывании песка и щебня и в более редких излияниях дацитово-кислой лавы, наиболее кислой из всех лав, изливающихся в современное время из действующих вулканов Камчатки. Деятельность его относится к *вулканскому типу*.

Имеются сведения, что извержения Карымского вулкана происходили в 1771, 1830, 1852, 1854, 1908, 1912, 1915,

1921, 1923, 1925, 1929 — 1930, 1932, 1934 — 1935, 1940, 1943 и 1945 — 1947 гг.

Следовательно, за 178 лет произошло 16 циклов извержений. Если исходить из этих данных, то один цикл извержений приходится на 11 лет.



Этапы развития вулканов Двора и Карымского

Однако, это вряд ли правильно, так как наблюдения над деятельностью вулканов, расположенных вдали от административных центров области (одним из таких является Карымский вулкан), были случайными, особенно в XVIII и XIX вв., и поэтому многие извержения таких вулканов могли быть никому неизвестны. Только с 10-х годов XX в. появились более полные сведения об извержениях камчатских вулканов. За последние 40 лет про-

изошло у Карымского вулкана 12 циклов извержений. Следовательно, извержения происходили примерно через 3 года. Повидимому, извержения раньше были более частыми, но они не были известны.

Авачинский вулкан (Авача, в старину — Горелая сопка) принадлежит также к группе наиболее активных вулканов Камчатки. Он представляет собой тип *вулкана в вулкане*, т. е. такого же типа, как Везувий с его Соммой.

Первоначально образовался один высокий конусообразный вулкан, но затем сильный взрыв снес его вершину и на ее месте образовалась впадина, диаметром около 4 км. В пределах впадины возник новый вулкан и вскоре он поднялся выше краев гребня первоначального вулкана. Таким путем образовался вулкан в вулкане. Впоследствии края наружного вулкана в некоторых местах осели или были разрушены, образовав отроги Монастырь и Сарай. Высота вершины действующего конуса Авачи — 2 725 м, а высота гребня наружного вулкана Авача — 2 300 м. Долина между действующим конусом и остатками окаймляющего гребня заполнена ледником, из-под которого вытекают реки.

Первоначальный вулкан изливал андезитовую лаву, а затем, перед взрывом — базальтовую. Во время взрыва, снесшего вершину, была выброшена лемза. Возникший затем ныне действующий конус сложен из андезитовых лав и рыхлых пород.

Наиболее древнее извержение Авачинского вулкана, о котором известно, относится к 1729 г. Затем извержения происходили в 1735, 1737, 1770—1772, 1779, 1789, 1822, 1827—1828, 1851—1855, 1881, 1894—1895, 1901, 1909—1910, 1926—1927, 1938 и 1945 гг., всего 16 циклов извержений. Следовательно, один цикл извержения происходит примерно в 14 лет.

Авачинский вулкан по С. П. Крашенинникову «из древних лет курится непрерывно, но огнем горит временно. Самое страшное его возгорение было в 1737 г. ...; однакож оное продолжалось не более суток, а окончилось извержением великой тучи пеплу, которым около лежащие места на вершок покрыты были»¹.

Очень сильное извержение было в 1827—1828 гг.

¹ С. Крашенинников. Описание земли Камчатки. 1786, т. 1, стр. 171.

Благодаря тому обстоятельству, что Авача расположен близ областного центра, извержения его чаще наблюдались и чаще описывались.

Извержение 1901 г. прекрасно описал А. Сильницкий. «Эффектную картину представляла Авачинская сопка ночью, когда по ее поверхности, от жерла кратера и до подошвы, лились огненные потоки лавы. Эти огненные потоки, то широкие, подобно реке, то узкие, подобно ручейку, бороздили сопку по всем направлениям и освещали каким-то невиданным светом могучую Авачу и ее еще более могучую соседку, Корякскую сопку»¹.

Излияние небольших лавовых потоков, образование раскаленных лавин и грязевых потоков являются характерными чертами деятельности Авачинского вулкана.

Эти черты ярко проявились во время извержения 1938 г.

Предвестники этого извержения наблюдались с лета 1937 г. (изменилось дно кратера, усилилось выделение газов из фумарол, увеличилось число их и, наконец, в конце января 1938 г. появилось зарево, а затем начались выбросы пепла), но извержения произошли только 6 и 28 марта 1938 г. Они заключались в сильных взрывах, выбрасывающих большое количество пепла. Взрывы сопровождались выбрасыванием над кратером огненно-красной массы и часто вспыхивающими линейными, шаровыми и сплошными молниями.

В результате этих извержений излился небольшой (длиной всего в 70 м) лавовый поток и раскаленная лавина из пепла, обломков и глыб лавы и бомб скатилась по склону на протяжении около 1 км, которая дала материал для мощного грязевого потока. Последний пронесся вниз на расстоянии около 18 км.

Следующее извержение произошло в начале сентября, но оно было небольшим, и последнее произошло 27 ноября, оно похоже на первые извержения. Им окончился цикл извержений. В периоды между ними из кратера Авачи выделялись временами интенсивно, временами слабо газы, иногда с пеплом.

По вулканической деятельности Авачу можно отнести к *вулканскому* типу. Временами она приближается

¹ А. Сильницкий. Поездки в северные округа Приморской области. Зап. Приамурск. отдела Русск. Географ. общ. 1902, т. 6, вып. 1.

к пелейскому, но отличается от последнего отсутствием выжатых куполов и обелисков.

Новое извержение произошло 25 февраля 1945 г. Оно началось в 14 часов 35 мин. и окончилось около 22 час. Оно продолжалось всего лишь около 7 часов, было очень сильным и предупреждающих явлений на этот раз почти не было. Извержение началось внезапно серией взрывов, через 5 минут они повторились, а через некоторое время они стали непрерывными. Высота пеплового облака достигла 6 км. Грохот усилился и стали видны линейные молнии, в большом количестве пересекающие тучу в различных направлениях. В центральной части пеплопада, в 25 км от вулкана, в 5 час. вечера наступил полный мрак. Создавшуюся здесь обстановку Б. И. Пийп описывает в следующих словах: «С тихим шорохом падали крупные песчинки лавы, которых в минуту набиралась целая ладонь. Воздух был насыщен электричеством, отчего острые концы предметов светились нежнофиолетовым светом, были видны траектории падавших тел и полыхало огнем дыхание фыркавших лошадей. Это было явление тихого электрического разряда или огни Эльма. Кроме того, в воздухе пахло сернистыми газами, но концентрация их, как потом выяснилось, была небольшая, так как в районе пеплопада уцелели все зайцы и глухари, но погибли во множестве мелкие птички и полевые мыши»¹.

Толщина слоя пепла, выпавшего в этом месте, т. е. в 25 км от кратера вулкана, равнялась 45 см. Всего же пепла с более крупными обломками между вулканом и океаном выпало не менее одной четверти куб. км. А сколько выпало еще в океан?

Это извержение сопровождалось также образованием раскаленной лавины, но излияния лавы не было.

Шевелуч. Из действующих вулканов Камчатки Шевелуч самый северный и третий по высоте. Его высота 3298 м.

Он отличается своеобразной красотой благодаря особой форме и снеговой шапке с северной стороны. Современная форма вулкана отражает сложную и чрезвычайно бурную его жизнь.

¹ Б. И. Пийп. Извержения вулканов Камчатки в 1944—1945 гг. Извест. Акад. наук СССР, 1946, № 6, стр. 54.

Шевелуч представляет собой большой массив, имеющий переходную форму от сравнительно пологого конуса к куполу на вершине вулкана. Юго-западная половина вулкана резко отличается от северо-восточной. Южный склон последней половины представляет собою у вершины ступенчатый обрыв, общей высотой около



Извержение Авачинского вулкана

Фото В. И. Потахина

1 км, который дает возможность видеть ряд мощных, налегающих один на другой лавовых пластов.

В опустившейся юго-западной части вулкана, на высоте около 2 000 м, расположен кратер и ряд куполов.

Вулкан возник в конце верхнетретичного или в начале четвертичного периода. Жизнь его началась сильной взрывной деятельностью, в результате которой накопилось огромное количество пепла и обломков вулканических пород.

Взрывная деятельность затем сменилась выжиманием вязкой андезитовой лавы, которая образовала ряд мощных пластов. Вулкан достиг максимальной высоты, значительно превышающей, по всей вероятности, современную высоту.

После выжимания лавы наступил период длительного покоя. В это время уровень магмы в вулканическом очаге понизился, вследствие чего на вулкане образовались трещины. В результате этого центральная и южная части вулкана опустились на различную глубину, а северо-восточная и северная части остались на месте.

Вскоре наступило оледенение. Во время отступления ледника, или в промежутке между двумя оледенениями, в опущенном участке возобновилась вулканическая деятельность, в результате которой образовался в этом месте сложный конус из вулканических рыхлых отложений и потоков красного андезита.

Во время нового оледенения или продвижения ледника деятельность вулкана вновь прекратилась. После нового отступления ледников, уже в современное время, возобновилась в третий раз вулканическая деятельность, но не столь интенсивная, как раньше. Деятельность на этот раз выразилась в выжимании куполов и во взрывах. Последние выбрасывали в больших количествах пыль, песок, лапилли, бомбы и пемзу. Относительно извержений Шевелуча в прошлом известно очень мало.

Имеются сведения о шести циклах извержений: 1790—1810, 1854, 1882, 1896, 1925—1930 и 1944—1949 гг. Но, конечно, извержения его происходили с очень давних пор, причем некоторые отличались весьма сильной взрывной деятельностью.

Из предыдущих извержений Шевелуча наиболее грандиозное было в 1854 г., во время которого вулканические пыль и песок падали в таком огромном количестве, что днем в расположенном в 50 км от вулкана селении Ключи был непроницаемый мрак, так что рыбаки, оставив лодки на берегу реки, едва добрались ощупью к своим избам.

Последний цикл извержений начался в декабре 1944 г. газовыми выбросами, с которыми иногда выбрасывались обломки старых лав или новых, только что отвердевших.

Последующие извержения заключались, по наблюдениям А. А. Меняйлова, в выдавливании вязкой лавы в

северо-восточной части старого кратера, которая образовала новый конусообразный купол со скалистой вершиной. Некоторые из них сопровождались выбросами раскаленных туч. Выжимавшаяся очень вязкая лава затвердевала у выхода канала на поверхность. Затем в уже затвердевшей лавовой пробке, благодаря давлению газов, образовался неправильный канал с почти горизонтальным изгибом у самого выхода на поверхность.

Благодаря такому обстоятельству газы извергались не вверх, а горизонтально. Такая раскаленная туча, кроме большого количества газов, несла много глыб, мелких обломков и песка. В зависимости от силы взрыва, она проносилась по склону вулкана на несколько километров и одновременно поднималась ввысь на 2—3 км.

Температура этих отложений песка и пыли долго держалась высокой и была в момент измерения не менее 250°.

Таким образом, по характеру своей деятельности вулкан Шевелуч можно отнести к *вулканскому типу*. Однако последние извержения приближаются к *пелейскому типу*.

Плоский Толбачик — действующий вулкан, представляющий собой вулканическую гору, высота которой в западной части (около кратера) равна 3 000 м, а в восточной — 3 140 м. Вулкан напоминает небольшой хребет с притупленной, слегка округленной вершиной. В западной части эта гора сливается с потухшим вулканом Острый Толбачик.

Длина вершины Плоского Толбачика около 4 км, ширина — около 2 км. Вся вершина, за исключением небольшого участка в юго-западной части, представляющего собой кратер вулкана, покрыта сплошным ледником.

На склонах наблюдаются барранкосы, в верхней части которых на северном и восточном спускаются небольшие ледники, а на южном — небольшие снеговые пятна.

Южный склон Плоского Толбачика, в виде небольшого горба, начинающегося от кратера, — полого спускается в юго-западном направлении.

Южные склоны отличаются обилием побочных вулканов, особенно много их расположено в юго-западном направлении. На северном склоне их сравнительно мало.

Вокруг Плоского Толбачика находится около 120 побочных конусов. Некоторые из них удалены на значи-

тельные расстояния — до 30 км. Большая часть их группируется по радиусам, идущим от кратера Плоского Толбачика, как от центра.

Склоны подножия Плоского Толбачика залиты базальтовыми лавами. Они образуют длинные потоки, простирающиеся по разным направлениям на несколько десятков километров, и лавовые поля, образующие к северу от вулкана ныне застывшее лавовое озеро, диаметром около 10—12 км.

Вершина Плоского Толбачика под ледником состоит из перемежающихся полос лавовых потоков и вулканических туфо-брекчий. И таким образом, Плоский Толбачик в этой стадии своей жизни являлся *стратовулканом*.

Дно кратера представляет собой площадку, диаметром около 300 м, покрытую в центральной части волнистой лавой, а по краям — вулканическим песком. В северо-восточной части кратера находится колодцеобразный провал. Верхний контур провала имеет неправильную овальную форму. Размеры его около 300×150 м. Стенки провала сложены лежащими друг на друге тонкими лавовыми потоками. На дне провала, глубина которого была до извержения 1939 г. около 100 м, находилось два жерла.

Одно располагалось в самой нижней части углубления, а второе — несколько выше, у самой восточной стенки. Извержение 1939—1940 гг. залило первое жерло и осталось только восточное, а глубина кратера уменьшилась на 20 м.

Лавы Плоского Толбачика очень текучие, а потому они образовали как длинные потоки, так и большие лавовые поля — «озера».

На лавовых потоках возникли горнитосы¹, высотой в 3—4 м и в поперечнике у основания около 2 м, и лавовые пузыри, которые могут служить естественным убежищем. В изображенном на фотографии лавовом пузыре могут свободно поместиться два человека. Некоторые потоки Плоского Толбачика имеют глыбовую лаву, дру-

¹ Куполообразное или шпильеобразное поднятие на застывшем сверху лавовом потоке, образующееся вследствие прорыва газов из нижних частей лавового потока, где лава еще была жидкой или полужидкой. Прорываясь, газы выбрасывают эту еще не отвердевшую лаву и образуют упомянутые формы.

гие — волнистую. На них много фантастических скал — кекур.

Побочные конусы сложены главным образом из вулканического шлака, но некоторые — из шлака и лавы. Наблюдаются и маары. Дно одного из них расположено на 50 м глубже земной поверхности, а края поднимаются на 18 м над поверхностью. Воронкообразная впадина и края ее сложены из обломков шлака и вулканического



Лавовый пузырь

Фото В. Ф. Попкова

песка. Образование этой впадины — маара — можно объяснить только газовым взрывом.

О том, что лавы Плоского Толбачика были жидкими и мало вязкими, можно судить также по формам вулканических бомб; спиралеобразные, лентообразные, веретенообразные, пенообразные и другие, размерами до 2 м в поперечнике. Кроме того, встречаются микробомбы, размерами от 10 до 1—2 см в поперечнике и, наконец, стеклянные нити, напоминающие волосы. Последние образуются или в очень пузыристых крупных вулканических бомбах, или чаще из мелких, очень жидких капель

лавы. Эти капли вытягиваются в полете в тонкую нить, толщиной в 0,3 мм и меньше и длиной до 33 см.

Первые сведения о вулканической деятельности Плоского Толбачика были даны С. П. Крашенинниковым.

«Толбачинская гора... курится из давних же лет, исперва, как сказывают камчадалы, дым шел из верху ея, но лет за 40 перемежился, а вместо того загорелась она на гребне, которым с другою горою соединяется. В начале 1739 г. в первой раз выкинуло из того места будто шарик огненной, которым однако весь лес по около лежащим горам выжгло. За шариком выбросило отту-дуж как бы облачко, которое, час от часу распространя-ясь больше на низ опускалось, и покрыло пеплом снег верст на 50 во все стороны»¹.

Кроме этого извержения, имеются сведения только об извержениях 1793, 1932, 1939—1941 и 1947 гг. Таким образом, за двести с лишним лет известно о 5 извержениях.

Об извержении 1939—1941 гг. известно, что, начиная с конца июля 1939 г., начали более интенсивно выделяться газы из кратера, а 25 сентября в 22 час. 30 мин. вблизи вулкана произошло землетрясение. Вскоре после него вырвалось огненное облако и поднялось над кратером более чем на 2 000 м. Облако было огненное, потому что оно было переполнено раскаленным вулканическим песком, пылью и большим количеством стеклянных нитей.

Кроме того, в начальный период излилось небольшое количество лавы, которая заполнила только дно провала.

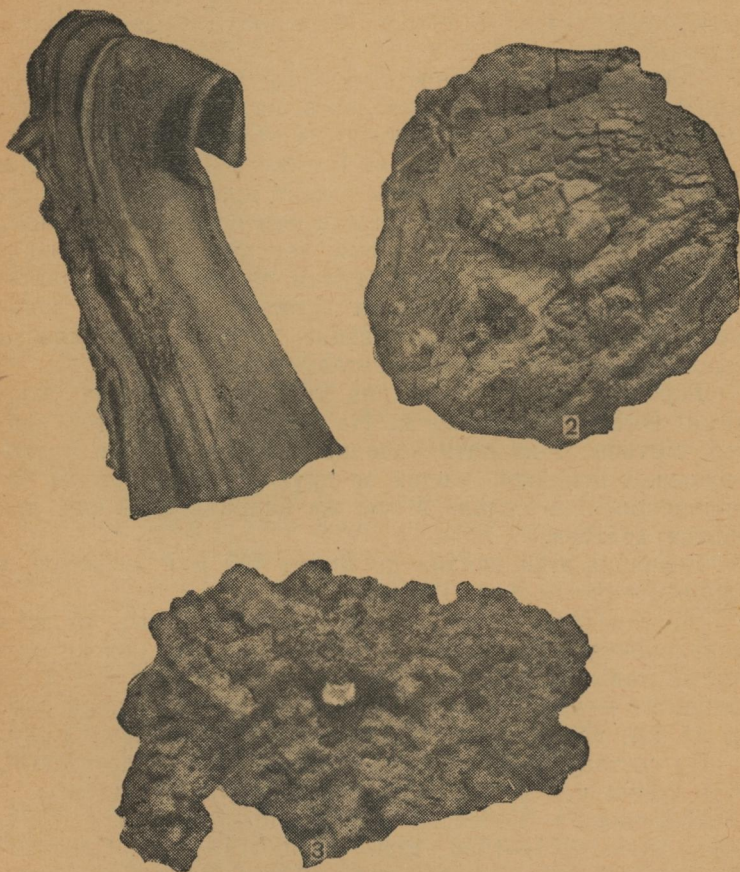
Вышеописанные взрывы наблюдались редко, чаще происходило только выделение газов. Подобная деятельность продолжалась до мая 1941 г.

Такая, относительно спокойная, деятельность Плоского Толбачика в течение свыше полутора лет сменилась и окончилась весьма сильным, но кратковременным извержением из побочного конуса, образовавшегося 7 мая 1941 г.

Он прорвался на высоте 1 950 м на юго-западном склоне вулкана. Действовал он неделю. 14 мая прекра-

¹ С. Крашенинников. Описание земли Камчатки. 1786, т. 1, стр. 173.

тились выбросы пепла, а также грохот и не видно было больше огненного отблеска. За это время было выброшено около 10—12 млн. куб. м вулканического песка,



1. Лентообразная вулканическая бомба. 2. Шаровидная вулканическая бомба типа хлебной корки. 3. Кусок шлаковой лавы с советской монетой, которая была вдавлена В. Ф. Попковым в раскаленный и еще пластичный кусок лавы. У нас это первый и пока единственный случай

лапилли, шлака и бомб. Лава же излилась двумя потоками, длиною около 5 км каждый. Общий объем ее около 15 млн. куб. м.

После окончания взрывной деятельности и излияния лавы начали действовать фумаролы, которые располагались в кратере конуса и в разных местах лавового потока. Из них на протяжении долгого времени поднимались струи газов, а около последних образовывались возгоны.

Последнее извержение Плоского Толбачика произошло из кратера, расположенного на вершине вулкана. Оно было в 1947 г. и состояло из отдельных взрывов.

Так как базальтовая лава Плоского Толбачика очень жидкая, то его деятельность только приближается к гавайскому типу. Вероятно в недалеком прошлом она была таковой, но в настоящее время нет главного ее признака — огненножидкого озера. Таким образом, по характеру современной деятельности Плоский Толбачик занимает промежуточное положение *между гавайским и стромболианским типами деятельности.*

Горелый хребет имеет вид купола с плоскими склонами. Высота его 1 830 м. На вершине находится кратер, состоящий из пяти колодцеобразных впадин, расположенных цепочкой — один за другим — в широтном направлении и на склоне в том же направлении — еще два малых кратера.

Величина этих впадин достигает 450 м в диаметре, а глубина — не больше 120 м.

Многочисленные лавовые потоки изливались по всем направлениям. Последние, наиболее молодые потоки волнистой лавы излились из среднего кратера на юг, и из западного — на юго-запад. Последний поток, длиной около 15 км, на своем пути обогнул с юга вулкан Опалу.

По составу лавы последнего излияния — андезитовые, в то время как более ранние — андезито-базальтовые.

Извержения Горелого хребта происходили в 1828, 1831, 1848, 1851—1855, 1929—1932 и 1934 гг. Следовательно, в течение 120 лет произошло 6 циклов извержений. В среднем один цикл приходится на 20 лет.

После извержения 1934 г. он затих, и только в 1947 г. снова стали интенсивно выделяться струи и облака газов.

Мутновский вулкан представляет собой в настоящее время большой куполообразный массив с пологими склонами и без вершины. На месте вершины находится большая кальдера, диаметром около 3 км. Высота ее стенок 2 320 м, а дна — 1 900 м над уровнем моря; внутренние

стенки в верхней части своей — крутые, а в нижней — отвесные. Большая часть дна кальдеры заполнена льдом и снегом. Западный и северо-западный края кальдеры Мутновской сопки значительно ниже, чем юго-восточный. В западной и северной частях его расположены два горячих озера. Северное, диаметром около 300 м с мутной водой от находящейся в ней серы, является источником реки Мутной. Горячие вода и газы, выделяющиеся из фумарол, образовали в леднике русло в виде каньона, по которому и вытекает речка из кальдеры.

Действующий кратер находится в северо-западной части кальдеры между двумя озерами.

Прошлая жизнь Мутновского вулкана была очень сложной и длительной, судя по разнообразным породам, слагающим этот вулкан. В составе его находятся базальтовые, андезитовые и дацитовые лавы. Все они излились до образования кальдеры.

После ее образования действие вулкана заключалось и заключается в редких взрывах, выбрасывающих пепел и обломки пород, и в почти постоянных выделениях газов.

Первое извержение, о котором имеются сведения, произошло в 1848 г. Оно было, по всей вероятности, очень сильным, ибо о нем говорится как о катастрофическом. Затем происходили более спокойные и слабые извержения в 1898, 1927, 1930—1931, 1934 и, наконец, в 1945 гг.

23 июня 1945 г. с утра над кратером на высоту 1 000 м поднялся столб газов и пепла. К середине дня от вершины столба вытянулось темное облако, длиной около 80—100 км. К вечеру извержение прекратилось, и из вулкана спокойно и невысоко струились газы.

Под воздействием сернистых газов, выделяющихся из фумарол, первичные породы во многих местах изменились и даже превратились в некоторых местах в глину.

Вулкан Ксудач (кратер Штюбеля) представляет собой кольцеобразную гору, высотой около 900 м, с очень пологими, слабо изрытыми оврагами внешними склонами. Сам кольцевой гребень представляет собой край кальдеры, диаметр которой около 7 км. Он всюду более или менее ровный, без особых вершин или скал.

Внутренние склоны то более крутые, то более пологие, местами даже обрывистые, но высота обрывов не больше 50 м.

Лет 40 назад на дне кальдеры было два соединяющихся между собой озера. Одно — более старое, в виде полумесяца, длиной около 6 км и шириной от 2 до 0,5 км, тянулось вдоль восточных стенок кальдеры. Другое — круглое, диаметром около 1,5 км в середине (но не в центре) кальдеры, близ северного конца первого озера. Лет 10 назад более старое озеро было уже разъединено перемычкой на два озера.

Дно кальдеры неровное. Во многих местах вдоль гребня, разделяющего два озера, выделяются струи углекислого газа, с температурой около 80°.

Северное маленькое озеро является кратером, который действовал в 1907 г. Этот кратер — ныне озеро — имеет вид воронки, открытой в северную сторону.

Дно кальдеры усыпано обломками и глыбами вулканических пород и вулканическими песками. Среди этих обломков кое-где выступает небольшими буграми выжатая лава. Западные склоны кальдеры состоят из андезитовой лавы, а восточные — из туфо-брекчий. Везде много обломков пемзы.

В первой стадии жизни Ксудача преобладали излияния очень жидкой лавы. В это время он представлял щитовидный вулкан. Затем обрушилась вершина вулкана и образовалась кальдера. После этого выжимались более вязкие лавы, и, наконец, извержения приняли характер сильных взрывов, причем выбрасывалась уже кислая (дацитовая) пемза.

Более старое и крупное озеро — это более древний кратер. Кратер — маленькое озеро — образовался в результате очень сильного извержения, происшедшего 28—29 марта 1907 г. Взрыв был такой сильный, что вулканическим песком и пылью была покрыта вся Камчатка. Предполагают, что во время этого извержения было выброшено всего около 3 куб. км обломков, песка и пемзы. Вся местность к северу от вулкана на протяжении 25—30 км опалена и безжизненна до сих пор. Она покрыта вулканическим песком и обломками пемзы, над которыми торчат до сих пор, как скелеты, стволы деревьев, некогда (до 1907 г.) зеленой березы. Они придают еще более мрачный вид этому на время омертвевшему участку земной поверхности.

Вулканическая пыль, выброшенная во время извержения 1907 г., по мнению некоторых исследователей,

частично достигла высоких слоев атмосферы и, носясь вокруг земли, вызвала в некоторых местах наблюдавшиеся даже в Европе редкие атмосферные и оптические явления — удлинение сумерек, светящиеся ночные облака и т. п. Известно только об этом извержении Ксудаца, о других же нет никаких сведений.

Ильинский вулкан возвышается на восточном берегу Курильского озера на 1 400 м над озером и на 1 570 м над уровнем моря.

Он представляет собой пологий конус с округлыми очертаниями вершины. На ней два неглубоких (всего несколько метров) кратерообразных углубления, причем одно ниже другого.

На склонах у вершины вулкана находятся многочисленные радиально расположенные бороздки, будущие глубокие баранкосы.

На северо-восточном склоне, приблизительно на половине горы, находится воронкообразный кратер, глубиной в 200 м и в поперечнике около 600 м. От него на восток идет долина с крутыми стенками.

Вулкан Ильинский представляет собой типичный *стратовулкан*, сложенный из чередующихся слоев однообразной по составу андезитовой лавы и отложений рыхлого вулканического материала. Хорошо выраженные и наиболее молодые лавовые потоки видны на северном склоне вулкана. Кроме того, на склонах вулкана часто встречаются окатанные валуны чуждых пород. Повидимому, вулканический канал прошел через дно океана, покрытое окатанными валунами, и во время извержения они были захвачены и выброшены на склоны вулкана.

Следы вулканической деятельности Ильинского вулкана видны в струях углекислого газа с температурой до 80°, в теплых источниках у Курильского озера и в струях пара на юго-восточном склоне на площадке, длиной около 250 м и шириной 12 м.

Главное доказательство деятельности этого вулкана — кратер на северо-восточном его склоне, который, без сомнения, возник в результате взрыва.

Вблизи кратера, вплоть до склонов, да и на самых склонах соседнего вулкана Желтовского, встречается масса глыб и обломков лавы и пемзы. Непосредственно же около кратера нигде не видно лавовых потоков.

Образование этого кратера, повидимому, можно отнести к *бандайсанскому типу вулканической деятельности*.

Этот взрыв и образование кратера произошли 11 февраля 1923 г. и первоначально ошибочно были приняты за извержение Желтовского вулкана, у которого при проверке не было найдено никаких следов недавних извержений.

Корякский вулкан — это второй по высоте среди действующих вулканов Камчатки. Высота его 3460 м. По форме он представляет собой ребристый конус, покрытый радиально идущими от вершины вулкана глубокими барранкосами.

Вершина вулкана в виде небольшого гребня, несколько понижающегося к западу. В западной части вершины находится ковшеобразная выемка, повидимому, кратер вулкана.

Вулкан сложен из чередующихся андезитовых лавовых потоков и более редких вулканических туфо-брекчий. Таким образом, он является *стратовулканом*.

На высоте 2000 м на восточном склоне находится побочный шлаковый конус, от которого спускается лавовый поток. Другой побочный конус расположен на южном склоне. На северо-восточном склоне находятся два ледника.

Корякский вулкан извергался в 1896—1897 гг., причем происходило излияние лавы. Это — единственное извержение, известное нам. Кроме того, временами периодически усиливалась его фумарольная деятельность. Особенно интенсивное выдувание газов наблюдалось в ноябре и начале декабря 1945 г., когда столб газов поднимался временами до 700 м над вершиной вулкана.

Жупановский вулкан представляет собой хребтообразный массив, состоящий из двух более высоких восточных вершин — 2930 и 2887 м, разделенных ледником, и постепенно понижающихся двух западных вершин, средняя конической и самая западная — куполообразной формы. Две первые вершины принадлежат старому кратеру вулкана Жупановского, а две последние — это побочные вулканы, выросшие на склоне первоначального большого вулкана.

В нижних частях вулкан сложен главным образом лавами андезита, а у вершины — сцементированными отложениями рыхлых вулканических пород.

Кратер восточного вулкана, диаметром около 1 км, заполнен льдом и снегом. Каменные края его сохранились в южной, юго-западной и северо-восточной частях. В северную, северо-западную и юго-восточную стороны от кратера сползают ледники.

В юго-западной части старого кратера у его стенки находится глубокое цилиндрическое отверстие, имеющее в поперечнике около 100 м. Из этого отверстия с сильным шумом и глухим ревом высоко поднимаются большие белые клубы водяного пара с сернистым газом и сероводородом. Такие же газы выделяются вблизи него на внешнем склоне кратера.

Ближайшая от старого кратера коническая вершина является наиболее активной. Ее высота 2777 м. Восточный ее склон соединен гребнем с главной вершиной, южный склон покрыт потоками глыбовой лавы, которые спускаются далеко вниз. Внизу они сливаются со склоном главного конуса. Западный его склон соприкасается с крайней западной вершиной, а северный — с ледником. Кратер действующего конуса диаметром около 200 м в поперечнике. Как в кратере, так и на внешних склонах близ кратера выделяются сильные струи газа. Временами они выделяются и из крайней третьей вершины.

Об извержениях Жупановского вулкана очень мало известно. С. П. Крашенинников писал о нем: «на верху в разных местах курится из давних лет и временами гремит, только огнем не горит»¹.

Излияния лавы из Жупановского вулкана произошли в 1776 и 1882 гг., а слабые взрывы, сопровождавшиеся выбрасыванием небольшого количества вулканического песка — в 1925 и 1940 гг.

Деятельность Жупановского вулкана выражается в интенсивных выделениях газовых струй и в очень редких извержениях лавы и рыхлого вулканического материала.

Малый Семячик представляет собой отдельный вулканический хребтообразный массив, возвышающийся над долом².

Абсолютная высота самой высокой северной его части 1553 м. Длина вершины — около 3 км. На западном

¹ С. Крашенинников. Описание земли Камчатки. 1786, т. 1, стр. 42.

² Долом камчадалы называют слабо холмистую равнину, возвышающуюся над зоной леса и высокого кустарника.

склоне в северо-западной части вулкана находится небольшой ледник.

Вулкан возник в северной части дна образовавшейся здесь большой, диаметром до 10 км, кальдеры.

Формирование Малого Семячика связано с подъемом лавы из одного вулканического очага, но по разным вулканическим каналам. Последние последовательно перемещались в юго-западном направлении.

В первую стадию образовался высокий *стратовулкан* с глубоким кратером, затем канал переместился несколько к югу и образовался в пределах первого кратера новый, второй кратер, так называемый эксцентрический гнездовой кратер. Деятельность последнего была кратковременной.

Через некоторое время рядом к юго-западу прорвался новый канал, причем вулканическая деятельность, в результате которой образовался большой кратер, была очень интенсивной. Потом вулканический канал переместился к западу, но в пределах кратера, и образовался новый эксцентрический гнездовой кратер. Наконец, в последнюю стадию, срезая части кратеров, возникших в предыдущую стадию, образовался к юго-западу ныне действующий кратер Троицкого.

Все предыдущие кратеры засыпаны мелкими обломками лавы — лапилли. На дне кратера Троицкого находится зеленое озеро, площадью около четверти кв. км. С отвесных стенок кратера, высота которых достигает до 200 м над озером, открывается исключительный по красоте вид на озеро и на весь кратер... Кажется, что озеро наполнено не водой, а масляной краской, настолько цвет воды озера густ и мало прозрачен. Цвет озера не однороден. Около устья ручья, текущего со стенок кратера, оно имеет зеленовато-желтый оттенок и бледнозеленый около юго-восточных фумарол. Последние сосредоточены, кроме юго-восточной части, еще в восточной и северной, но наиболее мощные, газы которых часто поднимались выше стенок кратера, были расположены как раз в юго-восточной части. Газы из них в 1946—1947 гг. выходили непрерывно с сильным шумом, напомиравшим по виду и силе выпуск пара из паровоза.

Лавы Малого Семячика — андезито-базальтовые и базальтовые. Они изливались в различные стороны, но главным образом к югу и юго-западу и отчасти к за-

паду. Особенно хорошо морфологически выражены потоки глыбовой лавы на юго-западном склоне вулкана. Здесь видно шесть потоков, причем каждый последующий, кроме второго, короче предыдущего.

Вид первого потока, в значительной части засыпанного песком и мелкими обломками последующих извержений, можно сравнить с темносерой песчаной пустыней, на которой кое-где торчат небольшие каменные «кустики» — вершины кекур.

Вид второго потока можно сравнить с каменным кустарником, частично занесенным песком.

Вид третьего потока — это каменный кустарник с отдельно выделяющимися каменными деревьями, а вид четвертого потока — каменный лес, состоящий из причудливых деревьев. Пятый и шестой потоки, которые кончаются на перегибе от крутого к более пологому склону, представляют хаотические нагромождения различных по форме глыб лавы.

Все потоки кончаются, не доходя леса. Только часть второго потока спустилась в лесную зону. Он, как и другие, не покрыт растительностью. Следовательно, излияние этого потока и последующих было совершенно недавно. Может быть, около сотни или несколько больше лет назад.

В отличие от упомянутых потоков более древняя лава, находящаяся на южном склоне, — волнистая. Она образует различные формы, похожие то на черепаху, то на дракона или другие фигуры.

Вулканическая деятельность Малого Семячика заключается в редких взрывах и в фумарольной деятельности. Одно из таких весьма сильных извержений — взрывов произошло около 1800 г. К. Дитмар, который был около этого вулкана в 1852—1854 гг., приводит следующие слова местного старшины-тойона. «По словам старого тойона, лет 50 назад, во время сильного извержения, этот вулкан разрушился. Гора, как думает тойон, раньше имела вид полного конуса и была выше других вулканов этой местности и только в то время приняла свой современный вид. При этой огромной катастрофе вся здешняя местность покрылась щебнем и пеплом, ручьи и реки были засыпаны, все леса на реках Жупановой и Семячик были уничтожены, причем деревья были занесены до кроны. Реки изменили тогда свое течение, на них открылись

новые пороги и водопады. Еще теперь видно, внешние воды прорывают новые глубокие ложбины по высоко насыпанной рыхлой почве щебня; целые деревья от края до вершины вертикально стоят в массе щебня»¹.

Следующее незначительное извержение или усиление фумарольной деятельности произошло в 1852 г. В 1854 г. продолжались еще выделения газов, но затем наступил период покоя и в начале XX в. он рассматривался как потухший вулкан.

Никаких признаков вулканической деятельности не было замечено до 1944 г. Еще 12 июля 1942 г., по словам местного охотника Ф. М. Григорьева, на месте кратера Троицкого было небольшое углубление, заполненное снегом, а в среднем кратере росли мхи.

Возобновление вулканической деятельности Малого Семячика началось весной 1944 г. В это время и весной 1945 г. на склонах южной части (где расположен кратер Троицкого) вулкана снег стаял значительно раньше, чем в предыдущие годы, а с июля 1945 г. вулкан начал «дымить».

Самые сильные выделения газов происходили в сентябре и октябре 1945 г. Извержения темных с пеплом туч наблюдались четыре раза. Последнее — в августе 1946 г.

Таким образом, вулканическая деятельность многократного Малого Семячика выражалась сначала во взрывной деятельности и излияниях лавы, затем в последовательном перемещении вулканических каналов и в новых излияниях лав и, наконец, в сильном взрыве наподобие бандайсанского, в результате которого образовался кратер Троицкого. Вскоре наступил период покоя, который прервался в середине XIX в. кратковременным небольшим извержением и затем, до 1945 г., не проявлял никаких признаков вулканической деятельности.

Вулкан Кизимен (Щапинская сопка) высотой около 2 800 м, расположен около западного склона хребта Тумрок на сбросовой² линии северо-восточного направления.

¹ К. Дитмар. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851—1855 гг. СПб., 1901, стр. 651—652.

² Почти вертикальное перемещение по разрыву (по трещине, простирающейся иногда на большое расстояние) одной части пород по отношению к другой.

Вершина вулкана состоит из двух небольших выступов, соединенных гребнем. Действующий кратер находится у восточного выступа и открыт к северу. Кратер наполнен свежей глыбовой лавой, спускающейся несколькими потоками вниз по склонам, из которых наиболее длинный поток, излившийся на северном склоне, окончился примерно на высоте 700 м над уровнем моря. Склоны вулкана у вершины и в средней части — более крутые, а у подошвы более пологие.

В верхней части северного и северо-восточного склонов много коротких потоков лавы, излившихся из кратера. На западном и южном склонах в верхних их частях и в обрыве в нижней части северного склона вулкана выходят сплошные лавовые массы. Ниже их — много обломков пород. Ледников на вулкане нет, несмотря на его значительную высоту (неизвестно только в отношении западного склона).

Вулкан возник в конце ледникового периода или вскоре после него. Он образовался в результате выжимания из сравнительно узкого вулканического канала вязкой андезитовой лавы и благодаря этому имеет форму купола с веерообразным (в разрезе) внутренним строением.

При выжимании купола образовалось много обломков, которые в виде осыпи покрывают нижние его склоны. Затем из кратера излилось несколько темных лавовых потоков. Таким путем вулканический купол перешел затем в кратерный вулкан, и выжимание лавы сменилось взрывной деятельностью и излияниями ее.

Самые молодые потоки слегка покрыты почвой и зеленым мхом, поэтому предполагают, что они излились, вероятно, недавно, около 100—150 лет назад.

Очень мало известно о вулканической деятельности Кизимена. Первые сведения о нем как о действующем вулкане и о том, что он начал фумарольную деятельность, примерно в 1825 г., были даны К. Дитмаром. О последующей его вулканической жизни, особенно об извержениях, сведений не имеется.

Со слов местных жителей, извержение произошло в конце 1928 г. Появились густые клубы газа, переполненные вулканическим песком, который падал на снег. По ночам был виден «огонь». В это же время происходили частые землетрясения. Извержение и землетрясения окончились в середине января 1929 г.

Извержение было чисто взрывное и не сильное. В настоящее время интенсивно выделяются сернистый газ и сероводород с парами воды из сольфатар, расположенных в верхней трети северного склона вулкана.

Как видим, на Камчатке среди действующих вулканов находятся разнообразные, по своей активности, по типу деятельности, по форме и по составу вулканы.

К наиболее активным относятся: вулкан Ключевской (34 цикла извержений), Карымский (16 циклов) и Авачинский (16 циклов).

К активным — Шивелуч, Горелый хребет и Мутновский (по 6 циклов у каждого), Плоский Толбачик (5 циклов) и к слабоактивным Жупановский (4 цикла), Малый Семячик (3 цикла), Коряка, Ксудач, Ильинский и Кизимен (по одному извержению у каждого).

Из них к *стромболианскому* типу вулканической деятельности относятся *Ключевской*; к *вулканскому* — *Ключевской*, *Карымский*, *Авачинский*, *Шивелуч*, *Горелый хребет*, *Мутновский*, *Жупановский*, *Ксудач*; к промежуточному *гавайско-стромболианскому* *Плоский Толбачик*; к типу, близкому к *пелейскому*, — *Авачинский*, *Шивелуч*; к *бандайсанскому* — некоторые извержения *Ильинского* и *Малого Семячика*.

В настоящее время не наблюдаются характерные проявления гавайского типа вулканической деятельности, но они, вероятно, происходили на Камчатке в недавнем прошлом на Плоском Толбачике.

Затухающие вулканы

Вулканы после своего возникновения изменяются, претерпевают целый ряд преобразований, то разрушаясь, то вновь возникая, но живут они лишь до тех пор, пока в их вулканических очагах имеется достаточное количество вулканической энергии.

С ее уменьшением жизнь вулкана начинает отмирать, деятельность его постепенно уменьшается. Он засыпает. Когда же полностью будет исчерпана энергия, вулкан прекращает всякую деятельность, заканчивается его активная жизнь. Вулкан потух.

Затухающие вулканы, находящиеся в настоящее время в сольфатарной стадии деятельности, расположены главным образом около Кроноцкого озера.

К северо-востоку от него находятся вулканы Комарова и Гамчен, к востоку — Кроноцкий, а к югу расположена целая группа таких вулканов — Узон, Кихпинич, Бурлящий и Собственно Центральный Семаячик.

Вулкан Комарова (Заповедный) имеет шапкообразную форму. У него два кратера, один из которых расположен на вершине, другой — на юго-западном склоне вблизи вершины.

В последнем находится выемка, через которую происходили излияния лавы. Потоки лавы широко распространялись по южному и восточному склонам.

В настоящее время из кратера выделяются струи газов, причем особенно интенсивно и почти непрерывно — из западной части кратера. В апреле 1941 г. газовые струи поднимались до 200 м над кратером.

В результате воздействия газов, состоящих из сероводорода и, может быть, сернистого газа и, конечно, паров воды, на породы восточной части кратера они превратились в светлосерые, большей частью глинистые или алунитовые породы.

Вулкан Гамчен, вероятно, сдвоенный вулкан. Он состоит из двух конусов, из которых южный более высокий с раздвоенной вершиной поднимается до 2 600 м. У северного конуса вершина как бы срезана.

С западной стороны вулкан окружен кольцеобразным гребнем. С восточной же стороны вулкана находятся шлаковые конусы.

Вулканическая деятельность Гамчена в настоящее время выражается только в выделении струй газа.

Кроноцкий вулкан. Правильная коническая его форма с радиально идущими барронкосами; значительная его высота равна 3 730 м; летом зеленый, а осенью золотисто-красный лесной пояс, окаймляющий его; местонахождение на берегу Кроноцкого озера и недалеко от океана и, наконец, снеговая шапка, которой покрыта вершина вулкана значительную часть года, — все это, вместе взятое — высота, форма и сочетание красок вулкана, леса, моря и неба, — создает чарующую картину.

Особенно красив он ранним утром или под вечер, когда покрытая синевой нижняя часть вулкана сливается с лазоревой далью, и кажется, что этот грандиозный и в то же время грациозный, сияющий на солнце синеваторозовый конус оторвался от земли и реет в воздухе.

Кроноцкий вулкан настолько красив и величественен, что поклонники его считают, что он является вторым по высоте вулканом Камчатки. В действительности его высота равняется высоте вулкана Острый Толбачик, и оба они являются четвертыми по высоте на Камчатке.

И если считают¹, что самым красивым в мире вулканом является Фудзи-сан (Фудзияма), священная гора Японии, то с полным правом можно сказать, что наш Кроноцкий вулкан, не упоминая уже Ключевского вулкана, — не уступает по своей красоте Фудзи-сану.

Кроноцкий вулкан не имеет кратера. Вершина его изобилует скалистыми глыбами, которые, по всей вероятности, являются остатками лавовой пробки, заткнувшей канал вулкана.

Время от времени появляются сведения, что из вершины Кроноцкой сопки выделяются струи газов. Подобная деятельность была замечена в ноябре 1922 г., в апреле 1941 г., в октябре 1946 г.

В ясный и тихий день 13 апреля 1941 г. с 12 до 13 час. 40 мин. Кроноцкий вулкан выделял мощную струю пара, достигавшую порой 600 м высоты над вершиной вулкана. Временами выделялись с южной стороны, немного ниже вулкана, три струи газов. Центральная струя поднималась прямо вверх, а две боковые, высота которых была меньше первой, шли наклонно, в стороны от центральной струи.

Повидимому, Кроноцкий вулкан еще окончательно не потух и изредка проявляет очень слабую деятельность.

Вулкан Узон (Горящий дол) является одним из своеобразных вулканических сооружений. Он представляет собой кальдеру, размером 9×12 км, находящуюся среди слабохолмистой горной равнины, возвышающейся до 1 000 м над уровнем моря. Кальдера как бы врезана в относительно ровную поверхность дола. Только западный край гребня ее выше дола. Здесь возвышаются два пика—Бараний, высотой 1 540 м, и Красный пик—1 320 м, имеющие к западу нормальный склон, а к востоку — обрыв.

Эти пики — остатки возвышавшегося здесь некогда высокого, около 3 000 м высотой, базальтового *стратовулкана*.

¹ Т. К. Тиррель. Вулканы, ОНТИ, 1934; стр. 5

Сложная жизнь была у Узона. Сильные взрывы, провалы, снова взрывы в корне изменили первоначальный конусообразный высокий вулкан. Образовалась кальдера, а затем на ее дне — воронка взрыва — маар, диаметром в 1 км, ныне заполненная озером. На этом взрыве окончилась извергающая деятельность вулкана Узона и началась фумарольная, перешедшая затем в сольфатарную стадию.

Внутренние склоны кальдеры крутые, местами отвесные, изрезанные многочисленными оврагами. Дно кальдеры, высота которого над уровнем моря 600—700 м, имеет в разных своих частях различный характер. Первоначально вся кальдера была заполнена озером, пока вода не пропилила себе в борту кальдеры ущелье, по которому и потекла река, называемая ныне рекой Шумной.

Дно кальдеры, особенно между Бараньим ликом и озером, заполнившим воронку взрыва, изобилует сольфатарами, горячими источниками, грязевыми ключами и грязевыми коническими и котлообразными вулканчиками.

Газы, преимущественно пары воды и сероводород, интенсивно выделяются из сольфатар и имеют температуру 70—97°. Сероводород частично окисляется, и образуется серная кислота, которая действует многие и многие годы на вулканические породы и превращает их в глины, часто пропитанные кристаллами серы, гипса и других минералов типа квасцов.

Узон представляет собой интересную и своеобразную картину, особенно осенью, когда травяной покров уже стал коричневым и вся окружающая горная равнина (дол) приняла холодную однотонную окраску. Подойдя к краю кальдеры Узона, на смену отживающей природе, непосредственно окружающей вас, открывается вид на расположенный в кальдере зеленый оазис, затерянный среди коричневой пустыни.

Обилие теплых источников и сольфатар на дне кальдеры, защищенных отчасти высокими ее стенками, создало условия, благодаря которым растут на дне не только кустарники, но и деревья, а также теплолюбивые ковроводобные растения. Кроме того, листва деревьев и кустарников долго остается зеленой.

Кихпинич представляет собой сильно разрушенный вулканический массив, состоящий из трех составных

сооружений: гребнеобразных скал — остатков древнего конуса, Белой вершины и конуса Савича.

Остатки конуса представляют собой длинный гребень, вытянутый на северо-северо-восток. Его западный склон достаточно крутой, а восточный представляет обрыв, разделенный тремя поперечными короткими гребнями на четыре цирка. Нижние части этого вулкана сложены дацитовой лавой, а верхние — дацитовыми туфами, которые под воздействием газов сильно изменены.

Последовавшее затем возобновление вулканической деятельности привело к образованию нового вулкана — *Белая вершина*. По форме она представляет большой холм с пологими очертаниями, рассеченный долиной. Этот холм с востока и юго-востока окружен гребнем.

Последующая фумарольная и сольфатарная деятельность сильно изменила породы. Они изменили и свой состав и свою окраску, стали светложелтыми, почти белыми.

Последнее проявление вулканической деятельности выразилось в образовании в северо-восточной части Кихпиныча, на остатке самого древнего конуса, — нового конуса Савича. Его относительная высота 115 м, а абсолютная — 1 554 м. На вершине конуса — кратер диаметром 70 м и глубиной 30 м. Состав пород, составляющих этот конус, андезитовый и такой же состав лав, излившихся из него в недалеком прошлом.

Последующая сольфатарная деятельность также сильно изменила породы около кратера. Они превратились в глинистые породы, окрашенные в красные цвета различных оттенков.

Деятельность конуса Савича выражается только в выделении струй газа из кратера и у вершины вулкана. Выделения газа не постоянны. Они то усиливаются, то ослабевают. Иногда эти тонкие струи газа поднимаются на высоту около 200 м над кратером.

Вулкан Собственно Центральный Семячик. К юго-западу от вулкана Кихпиныч расположена группа вулканов Большого Семячика. Вулканическая деятельность вулканов Центрального Семячика и Бурлящего, входящих в эту группу, еще не окончилась. Остальные потухли.

Центральный Семячик представляет собой очень сложный вулкан. Он состоит из 16 вулканических со-

оружений, расположенных на площади в 40 кв. км. Сольфатарная деятельность наблюдается только в двух-кратерном разрушенном андезито-базальтовом стратовулкане, который будем называть Собственно Центральным Семячик. Кратеры расположены в северной и южной частях вулкана. Они отделены друг от друга гребнем и открыты: северный — в северную сторону, а южный — к югу. Последнему сейчас же по выходе преграждает путь высокий, более молодой, лавовый хребет.

Дно южного, так же как и северного кратера, усеяно оврагами и хребтиками. Благодаря энергичному и продолжительному сольфатарному воздействию, породы дна обоих кратеров сильно изменены и превращены в глины и в другие, богатые опалом (минералом, состоящим из кремнезема и воды), белые и светложелтые породы с многочисленными выделениями кристаллов гипса.

В южном кратере много выходов сольфатар, температура которых достигает 90°. Кроме действующих сольфатар, много потухших. Как первые, так и вторые представляют собой бугры, выложенные блестящими желтовато-зелеными кристаллами серы.

Деятельность северного кратера более интенсивная и разнообразная. Здесь выделяется много струй сероводорода, бьют кипящие ключи, расположенные в нишах, на стенках и сводах которых образуются кристаллы серы. Окружающая котлы порода превращается в сметанообразную густую жидкость светложелтого цвета. Живописными узорами на почве образуются квасцовые минералы, которые возникают в результате окисления сольфатарных газов и взаимодействия их с почвой. Здесь же бурлят и временами изливают маленькие грязевые потоки и образуются грязевые вулканчики. И, наконец, здесь же находятся горячие источники и горячее Черное озеро, размером 30 × 10 м; оно представляет собой непериодически действующий гейзер, о котором в дальнейшем будет сказано более подробно. Все это вместе взятое говорит о еще достаточно интенсивной деятельности этого кратера.

Бурлящий вулкан находится в двух километрах к северу от северного кратера Собственно Центрального Семячика. Это невысокий вулкан, абсолютная высота которого 1 100 м, а относительная с юга 30—50 м, а с севера около 200 м. Западная часть ниже восточной.

Наружные склоны его сложены из лавы и вулканических туфо-брекчий андезито-базальтового состава. Центральная же часть вся изменена. Первоначальные темно-серые породы ее превратились в белые, светложелтые, желтые, светлорозовые и другие разнообразных оттенков опаловые породы, а также в серо-синие глины и глиноподобные породы.

Со дна кратера этого вулкана и особенно с внутреннего восточного склона поднимаются многочисленные струи, главным образом, водяного пара и сероводорода. Особенно много их на ровной площадке дна кратера, где эти струи создают временами сплошную газовую завесу.

Газы из наиболее сильной сольфатары выдуваются из отверстия диаметром около 0,5 м. Температура ее вблизи отверстия равняется 150°. Сольфатара дает обычно очень мощную струю пара и иногда настолько сильную, что газы поднимаются в высоту на 500 м и выше.

На дне кратера много небольших грязевых вулканчиков различной формы: конусы, массивчики, грязевые котлы. Сольфатарная деятельность в этом вулкане настолько интенсивна, и так много в нем выходов струй газа, что ее можно назвать «долиной тысячи дымов».

Вулкан Кошелева поднимается на юге Камчатского полуострова и имеет высоту в 1900 м. Он представляет собой конический вулкан, сложенный базальтовой и андезитовой лавами. В дальнейшей жизни северная часть его опустилась и образовалась кальдера.

Однако вулканическая деятельность продолжалась. Признаками недавних извержений служат свежие лавовые потоки, шлаковый конус, две большие сольфатары, выделяющие водяной пар и сернистый газ, а также большое количество горячих источников. Кроме того, существует указание, хотя и не подтвержденное, что в конце XVII в. произошло сильное извержение этого вулкана.

Вулкан Опала расположен к западу от главной восточной линии вулканов (от вулканов Горелый хребет и Мутновский). По форме он представляет правильный конус с радиальными барранкосами на его склонах. Высота его 2470 м.

Состав его лав андезитовый, но на северо-восточном склоне вулкана находится впадина, похожая на боковой кратер, заполненная кислой лавой — дацитом или риолитом.

Непосредственно к конусу Опалы примыкает с юга хребтообразная масса глыбовой андезитовой лавы. В ней много ям. Из трех ям в 1894 г. выделялись пары и газы. Кроме того, у подножия вулкана выделяются струи пара с запахом серы.

Имеется также неподтвержденное указание на сильную его вулканическую деятельность в XVIII в.

Таким образом, к числу затухающих вулканов на Камчатке, — вулканов, находящихся в сольфатарной стадии — относятся девять вулканов, из них в наиболее активной сольфатарной стадии находятся: Узон, Бурлящий и Собственно Центральный Семячик. К наименее активным, почти совсем потухающим — Кроноцкий и Опаля. Остальные занимают по своей активности промежуточное между ними положение.

Потухшие вулканы

По сравнению с числом действующих и затухающих вулканов число потухших значительно больше.

Они находятся не только в восточной полосе полуострова и в Срединном хребте, но и частично вдоль западного побережья Камчатского полуострова.

Среди потухших находятся также вулканы, которые действовали в недалеком прошлом и которые окончили свою жизнь в более отдаленные времена. Первые распознаются по неизмененному виду вулканов, по свежим лавовым потокам, не покрытым еще ни растительностью в более низких местах, ни мхом в более высоких, да и по ряду других признаков.

К числу недавно потухших относятся вулканы Безымянный, Крашенинникова, Таушниц, Юрьевский и некоторые другие.

Среди потухших вулканов самыми высокими, но различными по своей форме и по своей вулканической жизни являются вулканы Камень и Плоский.

Вулкан Камень имеет высоту 4 617 м, — он немного ниже Ключевского. Камень — конусообразный андезито-базальтовый *стратовулкан*. Он очень похож по форме и по своей бывшей вулканической деятельности на Ключевскую сопку и расположен рядом с последней. Нижняя половина его северо-восточного склона соприкасается со склоном Ключевского вулкана. Образовался Камень,

как и Ключевской, в результате чередующихся излияний лавы с выбросами рыхлого вулканического материала. Западная половина вулкана Камень сохранилась, восточная же разрушена благодаря обвалам или взрывам, после которых образовалась большая амфитеатроподобная выемка, окаймленная на вершине вулкана отвесными скалами. Ныне эту выемку занимает ледник, спускающийся в восточную сторону к подножию вулкана. Ледниковый покров и ледники находятся и на сохранившейся западной части вулкана.

Плоский вулкан представляет собой огромный вулканический массив высотой 4 030 м. Он—третий по высоте вулкан на Камчатке и второй среди потухших. По объему же он, повидимому, самый большой.

В первой стадии его вулканической деятельности изливались более жидкие базальтовые лавы, а затем более вязкие андезитовые; благодаря этому нижние склоны более пологие, а верхние, приблизительно с высоты 2 000 м, более крутые. В первой стадии своей деятельности он был, повидимому, *щитовидным* вулканом, а затем, с изменением состава лавы, форма его стала приближаться к куполообразной. Ныне Плоский вулкан представляет собой куполообразный массив с большой плоской вершиной, площадь которой около 9×5 км. Вершина имеет широкую слегка дугообразную форму. Ближе к северо-восточному ее концу находится огромный цирк с обрывистыми стенками, имеющий поперечник около 2 км. По всей вероятности это бывший кратер. В северо-восточной части вершины гребень образует пологую конусообразную вершину—самую высокую точку этого вулкана. Северо-восточная часть Плоского вулкана вместе с упомянутой вершиной называется еще Ближней Плоской сопкой, а юго-западная часть его вместе с слабо выделяющимся на нем холмом, абсолютная высота которого 3 930 м, носит название Дальней Плоской сопки.

Вершина Плоского вулкана покрыта мощным ледником, который, в отличие от Ключевского вулкана, почти всегда белоснежного цвета. Как с вершины, так и из цирка, заполненного также льдом, спускаются ледники. Ледник, спускающийся на восток, с одной стороны соединяется с ледниками, спускающимися с Ключевского и Камня, и все вместе образуют один общий ледник, идущий далеко на юго-запад. Этот ледник носит название



Лавовый поток со столбчатой отдельностью близ Плоского вулкана

Богдановича. С другой стороны ледник соединяется с ледниками только Ключевского вулкана и простирается на северо-восток. Последний называется ледником Эрмана. Склоны северной половины Плоского вулкана изрезаны выемками и глубокими барранкосами. Особенно глубокая выемка на северо-западном склоне. По ней и по другим выемкам спускаются ледники. Верхняя часть вулкана рассечена в северо-западном направлении мрачным с отвесными стенками ущельем, по которому из цирка очень круто, образуя в самом ущелье ледопад, высотой около километра, спускается ледник. Последний далее движется по руслу речки и оканчивается на высоте около 800 м. Это один из наиболее низко спускающихся ледников Камчатки.

На склонах нижней части вулкана находится около 30 побочных конусов. Они расположены главным образом на северо-восточном и юго-западном склонах. Кроме того, один ряд побочных конусов расположен на северо-западном склоне. Склоны Плоского вулкана изрезаны радиально расположенными ручьями и речками.

Кроме Плоского вулкана и, вероятно, Плоского Толбачика и Ксудача, относившихся в начальных стадиях их деятельности к *щитовидным* вулканам, к этому же типу относится еще *вулкан Левинсон-Лессинга*, действовавший в доледниковое время и ныне сильно разрушенный, и может быть, вулкан *Миньчвентен* (оба расположены на склонах Срединного хребта), представляющий правильный и сравнительно пологий конус, высотой около 1 000 м, с многочисленными потоками лавы.

Значительно большее количество на Камчатке конусообразных вулканов, как почти правильных, так в большинстве случаев усеченных и разрушенных.

Из числа потухших вулканов к *стратовулканам* относятся: *Камень* — описанный выше; *Харчинский вулкан* (1 440 м) — с глубоким кратером и андезитовыми лавами; *Острый Толбачик* (3 730 м) — равный по высоте Кроноцкому вулкану с разрушенной юго-восточной частью, со склонами, особенно юго-западным, прорезанными радиально расположенными дайками¹, останцы которых

¹ Трещина в земной коре, заполненная отвердевшей магмой, по которой магма выходила на земную поверхность или в которой затвердела, не доходя до нее.

торчат на поверхности мощными своеобразными колоннами, высотой от 10 до 50 м; состав лав вулкана — андезито-базальтовый; *Большая Удина* (2 950 м) — с лавами андезитового состава; *Малая Удина* (2 060 м) — с лавами базальтового и андезитового составов; *Шиш* (2 430 м), — расположенный на гребне хребта Кумроч; *Большой Семячик* (1 720 м) — сильно разрушенный базальтовый стратовулкан; *Центральный Семячик* (1 200 м); *Двор* (1 400 м); *Заварицкого* (около 1 600 м); *Бакенин* (около 2 300 м) — андезитового состава; *Правый* (Тарбеевский, 1 800 м); *Вилючик* (2 175 м) — андезитобазальтовый.

Сахач (Беленький, 885 м) — представляет собой пологий конус, лава базальтовая; *Дзендзурский* (2 200 м) — неправильный вулканический массив с крутым скалистым северо-западным склоном.

Все упомянутые стратовулканы, за исключением последнего, имеют конусообразную форму. Такую же форму имеют и другие вулканы, которые состоят из лав или из рыхлого вулканического материала, или о составе которых еще точно неизвестно. К таковым относятся:

Средний (3 020 м) — по составу базальтовый; *Пийпа* (около 1 000 м); *Западный Бараний* (около 1 300 м) — сильно разрушенный в восточной половине; *Плоско-кругленький* (1 140 м) — по составу андезитобазальтовый; *Дигмара* — сильно размытый в западной части; *Юрьевский* (1 200 м) — сильно размытый, но с сохранившимся кратером; *Арик* (1 800 м) — сильно размытый, с кальдерой на вершине вулкана, по составу андезитовый; *Козельский* (Козел, 2 180 м) — разрушенный конус с кратером размером 1 км в поперечнике, по составу андезитовый; *Асача* (1 900 м) — огромный сильно разрушенный четырехвершинный вулкан с узкими острыми гребнями между вершинами. Лава андезитовая; *Приемыш* (1 197 м), — расположенный на северо-западном склоне вулкана Ходутка; *Рябушинского* (867 м); *Камбальный* (2 140 м) — разрушенный конус с корытообразной вершиной; *Лежитц* (около 700 м) — трахитоандезитовый усеченный конус; *Юрточный* (800 м) — трахитоандезитовый небольшой правильный конус, эксцентрично расположенный на большом и низком усеченном конусе; *Маргаритова* (1 200 м) — сильно усеченный конус; *Слюнина* — богатый лавовыми потоками, окружаю-

щими, между прочим, и вулкан Маргаритова с трех сторон.

Смена излияний более текучих лав более вязкими обычно ведет к образованию конусообразного купола — формы переходной от конуса к куполу.

К ним относятся вулканы: *Таунищ* (2 250 м) — с более пологими склонами вниз и более крутыми вверх. На юго-восточном склоне, вблизи вершины, находится побочный конус, высотой 2 100 м. Породы кратера сильно изменены сольфатарной деятельностью. Лава вулкана андезитовая. *Иванова* (около 1 050 м) — невысокий андезитовый конусообразный купол без кратера. Возник выжиманием в один прием. *Конусообразный купол* из риолита на водоразделе рек Банной и Восточной Быстрой. *Предполагаемая вершина* (705 м) — выжатая острая вершина. Лава внизу дацитовая, а на вершине андезитовая. *Машковцева* на юге Камчатки. *Кынынок* — правильный конусообразный купол без кратера, высотой около 800 м в северной части Камчатки. *Хангар* (1 950 м). На вершине вулкана находится озеро, диаметром около 1 км, которое по всей вероятности, частично подпруженное ледниковой мореной, заняло место кратера. Лавы, слагающие нижнюю половину вулкана — андезитовые, а верхнюю часть — липарито-дацитовые.

На Камчатке очень много как высоких, так и низких куполообразных вулканов, которые образовались в результате излияния и, главным образом, выжимания вязких лав. К ним относятся следующие вулканы: *Безымянный* — недавно потухший мощный купол, высотой 3 150 м, с кратером и с короткими андезито-дацитовыми лавовыми потоками, из которых самый длинный и имеющий очень свежий вид спускается по западному склону.

Центральный Семячик, кроме стратовулкана Собственно Центрального Семячика, — с юга и запада его окаймляют десять разнообразных куполов андезитового состава. Один из них с кратером, остальные — без них. Образование трех из них сопровождалось излиянием коротких лавовых потоков. Эти потоки имеют совершенно свежий вид, особенно поток, излившийся из западного купола. Повидимому, излияние из него произошло совсем в недалеком прошлом.

Существует неподтвержденное указание об извержении его в середине XIX в. Быть может, это излияние произошло во время последнего извержения. Высота этих куполов от 1 000 до 1 200 м.

Восточный Бараний — андезитовый купол, высотой 1 427 м; *Ступенчатый Бастион* — сравнительно невысокий андезитовый вулкан, представляющий собой довольно широкий круглый пьедестал с двухвершинным



Гребнеобразный вулкан Зими́на

Фото В. Ф. Попкова

куполом на нем; *Сухой* — высотой около 900 м — куполообразный с отрогом, дацитовый вулкан.

Купол — высотой около 1 300 м, расположенный в хребте Ивулк. Интересен тем, что на склоне в обрыве на его поверхности видны тонкие вертикальные полоски, которые возникли в результате выжимания вязкой риолитовой лавы через вулканический канал. К югу от этого купола по разлому в северо-восточном направлении расположен ряд небольших куполов, повидимому, также риолитового состава.

Андезитовый купол расположен у восточного подножия вулкана Купол; *Мишенный* — андезитовая куполообразная гора, высотой около 300 м; *Бархатный* — очень интересное вулканическое сооружение. Сквозь ранее выжатый риолитовый купол прорвалась базальтовая лава и на куполе образовался ряд шлаковых конусов. Из главного конуса излился широкий базальтовый поток.

К риолитовым и дацитовым относятся следующие куполы:

Бабий камень, Отдельный (Горячий), *Сердце Алаида, Низкий, Дикий Гребень* — высотой 1 050 м. Вершина скалистая. На склонах лавовые бугры и осыпи. Лава дацитовая. *Чаячий, Табуретка, Ягодный* (в виде россыпи), *Зубы* (в виде зубчатого гребня), *Ящик* (скалистый), *Шероховатый* — высотой 620 м, представляющий небольшую округлую гору с полукруглой впадиной на вершине. Лавы различного состава, но, главным образом, трахито-андезитовые. *Кунфилок* (400 м). Невысокая возвышенность. Состав лавы — трахито-андезит.

К вулканическим массивам, не имеющим определенной формы, но образовавшимся в результате выдавливания лавы, относится андезитовая гора *Масса* и базальтовая — *Байдара*, расположенные в северной части Срединного хребта. К юго-западу от них находится *Элюзлик*, дацитовый лакколит, возвышающийся на 220 м над окружающей поверхностью.

На Камчатке часто встречаются гребнеобразные вулканы, которые возникли, повидимому, на коротких трещинах и у которых вулканический канал или жерло последовательно перемещался. К таким вулканам, кроме описанных уже действующих вулканов Малого Семейчика и Жупановского, среди потухших вулканов относятся:

Зимина — представляет собой два или три слившихся вместе вулкана, расположенных на одной трещине, вытянутой по направлению северо-запад — юго-восток. Этот вулкан имеет три вершины: *Овальную*, высотой 3 118 м, *Острую* — 2 780 м, и *Зуб Зимина* — 2 284 м.

Овальная сопка Зимина с запада имеет конусообразную форму. Вершина покрыта ледниковой шапкой, от которой во все стороны спускаются ледниковые языки. Из них наиболее мощные и низко спускающиеся ледники — по западному склону и ледник, идущий на северо-восток. Последний особенно выделяется благодаря своей

желтой окраске. Он и называется *Желтым ледником*. Эта окраска объясняется захватом им большого количества обломков измененных лав желтого цвета и обломков пород с серой.

Вулкан Конради (2 000 м) — гребнеобразный, разрушенный, с тремя вершинами почти одинаковой высоты; *Кулакова* (1 227 м) — представляющий удлинённый купол, дацит-риолитовый по составу; возможно, *Орловский* — высотой 965 м, андезит-базальтового состава.

Затем в Срединном хребте находятся гребни вулканического происхождения:

Цепь *Кетепана* — с лавами андезитового и андезитодацитового состава, цепь *Кайкетепана* — с лавами андезитового и андезит-базальтового состава; хребет *Белый* — высотой до 1 650 м, сложенный внизу андезитом, аверху дацитом.

Редко встречаются вулканы звездчатого типа. К этому типу можно отнести следующие вулканы:

Унана — (2 020 м). Он имеет в плане форму восьмилучевой звезды. Унана сильно разрушенный вулкан, особенно с северо-западной стороны. У него сохранился еще очень глубокий кратер. Высота почти отвесной юго-восточной стенки кратера равняется 700 м. Нижняя часть вулкана сложена базальтом, верхняя — андезитом.

Березовый (Двойной) — высотой 918 м.

Крайний — высотой около 1 150 м, по своей форме приближающийся к звездчатому типу. От кратера идут не менее четырех отрогов, образующих в плане звезду.

К большим вулканическим сооружениям или, вследствие разрушений, к бесформенным вулканам, т. е. к сооружениям, которые обычно называют вулканическими массивами, на Камчатке, помимо упомянутого уже Плоского вулкана, можно отнести: *Попутный*, *Богачевский*, *Гаврилова*, *Шмидта*, — высотой 1 900 м, *Попкова* (1 250 м), *Разлатый* (1 150 м), *Разваленный* (1 680 м) и *Аак* (1 500 м).

Из них *вулкан Шмидта* в прошлом был одним из огромных вулканов, ныне он сильно разрушен. Его вершина представляет собой зубчатый гребень с острыми скалами, северная часть которого более высокая и скалистая. Склоны вулкана изрезаны одиннадцатью широкими и очень глубокими (в среднем до 500 м глубиной) баранкосами.

Вулкан Попкова представляет собой массив, который прожил сложную вулканическую жизнь. На восточном и западном склонах его большие и глубокие впадины, выходящие первая узким ущельем на восток, а вторая — широкой долиной на запад.

В середине восточной впадины, которая была кратером, сохранился базальтовый нект. Северная часть вулканического массива представляет собой более молодое дацитовое сооружение, причем оно так примыкает к массиву, что в рельефе почти незаметно.

Разваленный — само название говорит, что этот вулкан сильно разрушен: вся его вершина в сплошных скалах.

К типу *вулкан в вулкане* (тип Соммы Везувия) относятся в восточной полосе Камчатки:

Заречный — высотой 720 м; *Крашенинникова* — 1 858 м; *Вулканоид* — 1 300 м; *Ходутка* — 2 073 м; *Желтовский* — 1 950 м; уже упоминавшийся действующий вулкан *Авача* и затухающий вулкан *Кошелева*.

В Срединном хребте: *Лейтунгей*, *Ичинский* (Хоашен) высотой 3 600 м и *Анаун* — 1 860 м.

Из них особый интерес представляет *вулкан Крашенинникова*. По сути говоря, это не двойной, а четверной вулкан. Сложна была жизнь этого вулкана. Четыре раза возобновлялась его деятельность. Первоначально, в доледниковое время, образовался огромный вулкан, а затем, после колоссального взрыва или, вероятнее, провала, образовалась ныне невысоко возвышающаяся над долом кальдера размером 9×12 км, с высотой дна ее около 900—1 000 м над уровнем моря.

Через некоторое время в кальдере прорвались рядом два вулкана, жизнь которых развивалась параллельно. Оба имеют конусообразную форму, которая нарушается только в месте их слияния.

Южный конус — более крутой и более высокий. Его высота 1 858 м. Наверху кратер диаметром 900 м. Его края возвышаются над дном кратера от 70 до 140 м.

Северный конус — более широкий, более пологий и низкий. Высота его 1 800 м, на вершине — кальдера диаметром в 3 км. Она срезает склон у кратера южного конуса, образуя 200-метровый обрыв.

После образования этой (второй) кальдеры у северного конуса в ней возник новый (третий) внутренний

вулкан, высотой 115 м над дном кальдеры и диаметром основания 1,5 км. На вершине его кратер, диаметром в 600 м. Внутри кратера в северо-западной его части возник четвертый вулкан — в виде правильного конуса — высотой около 60 м и с кратером размерами 10—15 м.

Таким образом, южная половина вулкана Крашенинникова является *вулканом в вулкане* — типа Соммы Везувия, но северная половина является более сложным четверным вулканом, также типа Соммы Везувия.

Кроме этих вулканов, на его склонах находятся маары, семь шлаковых конусов и лавовые потоки. Первоначально изливались базальтовые лавы, а затем андезитовые. Некоторые из них имеют очень свежий вид. Более молодые потоки изливались в пределах первой кальдеры, кроме последнего, который разлился в южной части кальдеры, образовав при этом в ней маленькое «лавовое озеро», размером $1 \times 2,5$ км, а затем перелился через края кальдеры и разлился по долу, образовав большое «лавовое озеро», размером около 6×8 км между вулканами Крашенинникова и Кихпинич.

Ичинский вулкан окружен кольцом высот, поднимающихся вблизи его на высоту не менее 1 200 м. Этот гребень расчленен в восточной части и мало расчленен в западной.

На вершине вулкана находятся два кратера и один большой кратер на северо-западной его стороне.

Были указания, что из последнего кратера временами выделяется пар, но до сих пор эти сведения не подтвердились. Лавы вулкана — андезитовые, в верхних частях дацитовые.

По всей восточной Камчатке часто встречаются шлаковые конусы, т. е. небольшие вулканы, деятельность которых ограничивалась обычно одним взрывом или одним излиянием; прорвались, набросали обломков шлака и образовали небольшой конус. В некоторых случаях при этом изливалась лава различного состава, и на этом оканчивалась их жизнь.

К таким образованиям относятся шлаковые конусы: к востоку от Малого Семячика, на Жупановском перевале, около Бакенина — *Горб*; *Веер* с пятью конусами вблизи вулкана Правого, по левым притокам реки Средней Авачи, по левобережным возвышенностям реки Ходутки; *Ноготь* близ вулкана Ксудац, около сел. Голыгино,

на склоне горы Детинка, у сел. Явино и старый шлаковый конус *Эрмана* в северной части Срединного хребта.

Из некоторых шлаковых конусов излились лавовые потоки. В этом отношении интересен конус Веер, из которого излился совсем недавно базальтовый лавовый поток в форме веера, длиной около 1 км и шириной 1,5 км.

На Камчатке довольно часто встречаются полукольцевые (подковообразные) вулканы. К таким относятся вулканы: *Соболиный* (около 1 000 м), *Однобокий* (1 120 м), *Академии наук* (1 100 м), *Белянкина* (около 1 000 м), *Шапочка* (1 050 м) и *Красная сопка* (950 м).

Из них особенно красив вулкан *Академии наук*, окаймляющий южную часть Карымского озера. Стенки его круто, местами отвесно спускаются к озеру. На склоне их, у самого озера, выходит ряд горячих источников, Внешние склоны вулкана — крутые, но положе, чем внутренние. Состав лав — от андезито-дацита до риолито-дацита.

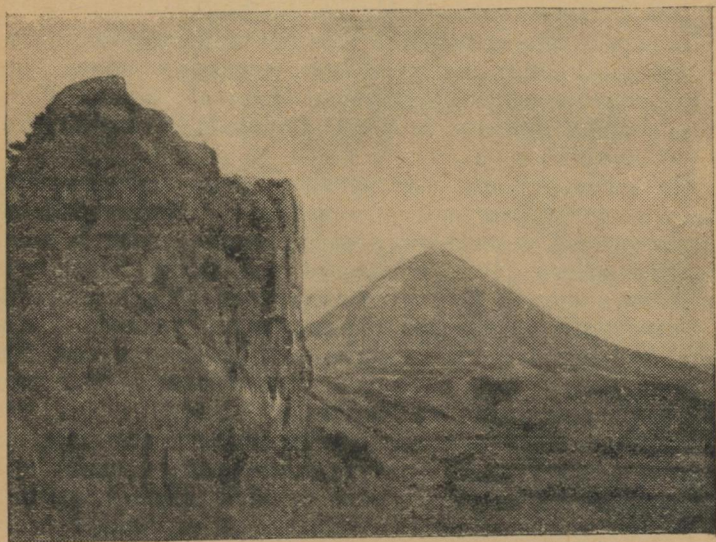
Вулкан Шапочка интересен сменой состава лав. Наиболее древние излияния его были базальтовые, затем андезитовые. На юго-восточном склоне, сквозь андезитовые лавы прорвался риолит и образовал три купола. Наконец, самым молодым явился снова базальт, который внедрился в трещину, секущую все предыдущие, в том числе и риолитовые лавы.

Наблюдаются и такие вулканы, у которых остались только нижние части в виде сплошного или расщеченного гребнеобразного кольца, т. е., что принято называть кальдерой. К таким вулканам, кроме уже упоминавшихся, принадлежат: находящиеся в Срединном хребте: *Шишель*, *Айнелькан* (2 000 м), *Алигей*, *Ипелька* (1 600 м), *Кичува* (880 м) и расположенный вблизи Малого Семячика — *Стена*.

На Камчатке, повидимому, происходили и массовые излияния по трещинам. К ним относятся широко распространенные базальтовые покровы *Столбовой тундры* и, быть может, излияния андезитовых и базальтовых лав по коротким трещинам из горы *Сарай* к востоку от реки *Авачи*. Такие площадные излияния можно объяснить или близким подходом магмы к поверхности земли и излияниями ее по многочисленным трещинам, или прорывом большого количества вулканических каналов, по которым изливалась лава.

Упоминающиеся далее малые вулканы и шлаковые конусы в районе между вулканами Опала, Горелый хребет и Асача, расположенные близко друг к другу, быть может, говорят о близости магмы к поверхности земли на всей этой площади.

Кое-где на поверхности Камчатки торчат «столбы», сложенные из вулканических пород. Эти «столбы» — неки, бывшие каналы вулканов, породы которых оказались



Некк вблизи Карымского вулкана

Фото В. Д. Троицкого

более стойкими по отношению к окружавшим их породам. Такие некки наблюдаются на вершине горы у речки Маленький Ключик, впадающей в речку Банную, и некк у истоков реки Карымской. Последний представляет собой столб овального сечения с приблизительными размерами 18×8 и высотой около 20 м.

Кроме перечисленных потухших вулканических образований, имеются вулканы уже сильно разрушенные и слабо или совсем не изученные, о которых пока мало что можно сказать.

К ним относятся: в восточной полосе *Кинчоклок*, *Ури*, *Вершина* к юго-востоку от Кихпиныча; *Гора* между Кихпинычем и Большим Семячиком; *Прибрежные*; *Вопросительный* — высотой 1 200 м; *Толмачевские конусы* (около 10 конусов); небольшие вулканчики между Опалой и Горелым хребтом (12 вулканчиков); *Сопка* между Горелым хребтом и Асачей; *Севанские конусы* (14 конусов), из них *Тупой* (875 м) и *Топик* (580 м); *Пиратковский пик* (1 200 м) и в Срединном хребте — *Чашаконджа*, *Круглый*, *Пирожникова*, *Мельпо* и *Тылеле*.

Есть еще не подтвержденные краткие сведения о следующих вулканах в Срединном хребте и в западной части полуострова: *Анангравен*, *Мухина*, *Кечева*, *Ктоухта*, *Ашова*, *Коктанген*, *Якан*, *Ткоинген*, *Поая*, *Кхучень* и *Хазылинская гора*.

Приведенное описание вулканов Камчатки является прямым свидетельством интенсивной и разнообразной вулканической деятельности на Камчатке в настоящее и недавнее время. Итак, по нашим еще далеко не полным исследованиям, на Камчатке находится 13 действующих, 9 затухающих и не менее 158 потухших вулканов. Кроме того, значительное количество шлаковых конусов. Эти цифры лучше всяких слов дают представление о мощной вулканической жизни на Камчатке.

Для восточной полосы полуострова, где только и находятся действующие и затухающие вулканы, один вулкан приходится на 50 км, если считать только одни действующие вулканы; один вулкан на 30 км, если считать действующие и находящиеся в сольфатарной стадии деятельности; один вулкан на 7 км, если принимать во внимание и потухшие вулканы, и один вулкан на 4 км, если считать все вулканы, в том числе и упоминавшиеся шлаковые конусы. Как видно, вулканы расположены очень плотно.

Среди вулканов Камчатки: три вулкана выше 4 000 м, из которых один действующий; девять вулканов, высотой между 4 000 и 3 000 м, из которых три действующих и один в сольфатарной стадии деятельности; 19 вулканов высотой между 3 000 и 2 000 м, из них четыре действующих и два находящихся в сольфатарной стадии деятельности; остальные — ниже 2 000 м, среди них пять действующих и шесть в сольфатарной стадии деятельности.

Гейзеры

Среди различных проявлений угасающего вулканизма или, как часто говорят, явлений малого вулканизма, наиболее интересными, своеобразными и прекрасными являются паро-водные вулканы — *гейзеры*.

Ранее было известно о нахождении двух небольших гейзеров в южной части Камчатки среди Паужетских горячих ключей. Один из них выбрасывал воду через каждые 16 минут на высоту около 1 м.

Во времена путешествия С. П. Крашенинникова, т. е. 210 лет назад, в этом месте, а также на Больших Банных ключах в бассейне реки Быстрой было много небольших гейзеров, которые били с большим шумом, как фонтаны, на высоту от $1\frac{1}{2}$ до $1\frac{1}{2}$ м.

Были указания также о нахождении гейзеров в районе группы вулканов Большого Семьячика. Об этом также говорили и местные охотники, и только в 1947 г. эти сведения подтвердились. Черное озеро, расположенное у северного склона Центрального Семьячика, о котором С. П. Крашенинников писал: «особливо достойны примечания два великих жерла, из которых одно пяти, а другое трех сажен в диаметре, а глубиною первое на полторы, а другое на одну сажень, ибо в них кипит вода белым ключом, как в превеликих котлах, с таким шумом, что не только разговоров между собой, но почти и крику не можно слышать. Пар идет из них столь густой, что в семи саженях человека не видно... На поверхности их плавают черная китайским чернилам подобная материя. Во всех вышеописанных ключах вода густа и протухшими яйцами пахнет»¹, — оказалось действительно гейзером.

Ныне два жерла, описанные Крашенинниковым, представляют одно озеро, размерами 30×10 м, заполненное горячей водой в 94° . Вода переполнена взвешенной в ней грязью синевато-серого цвета. Поверхность озера покрыта черной пленкой. В южной части его в 1947 г. временами выбрасывался широкий столб грязной воды, поднимающийся до высоты 1 м и очень редко до 2—3 м. Выбрасывание воды происходило неравномерно, с неопре-

¹ С. Крашенинников. Описание земли Камчатки, 1786, т. 1, стр. 184—185.

деленными периодами покоя. Оно начиналось усиленным выделением мелких пузырьков, затем мгновенным выбросом столба воды, после чего образовывались небольшие круговые волны, и после этого поверхность озера приходила в первоначальное состояние, временами выделяя по всей поверхности то густые, то редкие пары.

Возможно, что сольфатары, расположенные в восточной части Бурлящего вулкана, являются тоже гейзерами. Основанием для такого предположения служит периодическое значительное усиление выделения газов и паров, что наблюдалось в 1946 г., временами настолько сильное, что столб газов поднимался выше 500 м над их выходом.

Большая группа типичных гейзеров находится на левом притоке реки Шумной, который получил название речки Гейзерной. Она длиной всего 8 км, спускаясь с северных склонов вулкана Кихпиныч, течет в глубокой долине, врезаясь в нее на 400 м. Все гейзеры расположены в расширенной до 3 км нижней и средней частях речки Гейзерной, и только один гейзер «Первенец» расположен в районе речки Шумной, однако вблизи устья Гейзерной. Эти гейзеры представляют собой настолько интересную, восхитительную и редкую картину, что необходимо остановиться на них несколько подробнее. Хорошо известны гейзеры Исландии, Йеллоустонского парка и Новой Зеландии и мало известны гейзеры других стран. До 1941 г. мы не знали о существовании крупных гейзеров на Камчатке, о которых можно было бы говорить с гордостью и восхищением. Такие гейзеры в 1941 г. были открыты Т. И. Устиновой. До 1948 г. счастливых, которые видели и любовались ими, было всего лишь пять человек.

Долина речки Гейзерной и сами гейзеры производят такое сильное впечатление, что я привожу выписку из своих заметок в дневнике об этом уголке нашей великой Родины, которым мы должны и имеем право гордиться, как нашим национальным достоянием.

«16 сентября 1947 г. Вышли из лагеря, расположенного на высоте около 700 м в редком березовом лесу. Осень вступает в свои права. Листья березы и некоторые травы стали желтыми, красными и бурыми.

Ясное синее небо. Сильный северный ветер. Холодно, но солнце сияет во-всю. Взяли направление на неболь-

шой купол, расположенный у западного склона вулкана Кихпинич. Вскоре вышли из леса (поднялись выше зоны лесной растительности) и стали лавировать между пятнами кустарников ольховника и кедровника. Однако, местами пересекая их, приходилось упрямо барахтаться в них и пролезать сквозь них.

Через 1 1/2 часа подошли к куполу, а затем и к обрыву в долину речки Гейзерной. Перед нами открылась густозеленая глубокая долина, напоминающая в своей средней и нижней частях крутую котловину, шириной около 3 км. Видна вся река, текущая по дну долины с востока, со склонов Кихпинича, — на запад, и впадающая в реку Шумную, текущую в крутых высоких берегах с севера из кальдеры Узон — в океан. Вся долина окаймлена крутыми склонами и обрывами.

Жадными глазами ищем — где гейзеры? И вскоре то в одном, то в другом месте близ речки в среднем и нижнем ее течении увидели небольшие облака пара и слышали отдаленный шум. Вот они! Скорее к ним! Они были к северо-западу от места нашего стояния, и казалось, что они расположены совершенно близко, но нас разделяли 3 км по воздушной линии и, главное, что они были на 400 м ниже края долины, на котором мы тогда стояли.

Скорее спускаться в долину! Подошли к ближайшему оврагу, забитому в верхней своей части еще прошлогодним снегом. Попытались спускаться, но дальше нескольких метров спуститься не могли. Ниже был высокий обрыв. Вышли наверх. Пошли на запад по краю обрыва в долину. Вскоре нам показалось, что в этом месте можно спуститься. Начали спуск. Решили спускаться наискосок. Сначала путь шел по крутой ложбине, затем пересекли снеговой язык, небольшой горб, снова снеговой, но с поверхности обледенелый язык, еще один горб и по западной стороне его начали спускаться круто вниз. Спустились до следующего снегового языка, но перейти через него не решились, так как на другой стороне языка возвышался крутой скалистый гребень. Продолжали спуск по тому же крутому гребню. Хорошо, что здесь росли кусты ольховника. Спустились еще метров на 50 — обрыв преградил дорогу. Ничего не поделаешь, пришлось опять подниматься вверх. Возвращались в точности по тому же пути, по которому спускались.

Когда мы поднялись на край долины — было уже 16 часов. До темноты оставалось максимум 3 часа. Пытаться спуститься еще раз в этот день уже не имело смысла. Попробуем завтра. Лишь бы погода не испортилась.

17 сентября 1947 г. День такой же прекрасный. Синее-синее небо. Ясно. Ни одной тучки. Тот же северный холодный сильный ветер, пронизывающий насквозь. Пошли дальше к западу от места последней вчерашней попытки спуститься на дно долины.

Первая попытка оказалась снова неудачной. Вторая увенчалась успехом. Нашли очень удачный спуск. Сначала спуск шел по широкой гряде, густо заросшей ольховником. Ниже эта гряда перешла в узкий крутой, наклоненный к горизонту под углом около 50°, гребень. На восточном склоне его, однако, росли редкие березы и более крупный (чем выше) ольховник, который значительно облегчал спуск в долину ручья. Когда спустились — радостно вздохнули. Теперь будем у гейзеров. Пошли по долине ручья, который, описывая дугу и извиваясь, впадал в речку Гейзерную близ ее устья. Долина оказалась не такой маленькой, как нам казалось. Пришлось идти по ней больше часа, прежде чем мы дошли до гейзеров и речки Гейзерной. Вдоль ручья везде свежие медвежьи следы. Налетели и на медвежью берлогу, к счастью, пустую.

Дно ручья понижалось постепенно, а дно долины понижалось уступами.

Подойдя почти к самой речке Гейзерной, по обеим сторонам ручья увидели слабые и сильные струи пара. Может быть, гейзеры — но струй воды не видели. Только один, наиболее низко расположенный, выбрасывал все время с паром тонкую струю воды на высоту 1¹/₂ м.

Поднявшись на уступ долины, пошли на восток к речке Гейзерной. Пробираясь через густую и высокую (в рост человека) траву и преодолев два оврага, подошли к березкам, которые росли по склону этого уступа.

Сквозь ветки берез открылась замечательная картина. По склону ближайшего и, в особенности, следующего и в то же время последнего к реке, уступа поднимались то густо, то редко расположенные струи пара. Они то совсем исчезали, то снова стремительно поднимались. Особо выделялись два гейзера у реки, пар которых подни-

мался высоко. Все время доносился то усиливающийся, то ослабевающий рокочущий шум.

Спускаемся по склону. Правее, среди деревьев и травы, ряд маленьких гейзеров — очаровательная картина последних отголосков вулканической деятельности. Шутя мы их называли лирическими гейзерами.

Ниже их ровный уступ дна долины — площадка, покрытая пышной травой. На ней два грязевых вулкана — серый и коричнево-красный. Размер первого — $1\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$ м, второго 3×4 м. Первый во время нашего посещения находился в состоянии покоя. У второго же, в его южной части, временами, вздуваясь, поднималась грязь, затем как бы лопалась и вслед за этим выделялись струи пара с брызгами грязи.

К востоку и западу от этой площадки на склонах к реке поднимались струи пара от гейзеров и горячих источников. Особенно много их было в восточной части. Разнообразные по размерам струи воды и пара, в зависимости от выводного канала, поднимались в различных направлениях по всему склону.

Один гейзер привлек особое внимание. Выходящая из него струя воды и пара все время изменяла направление — то она шла почти горизонтально, то была под углом около 40° . Одно направление струи быстро сменялось другим. Повидимому, у выхода канала находился камень, который играл роль переключающего клапана.

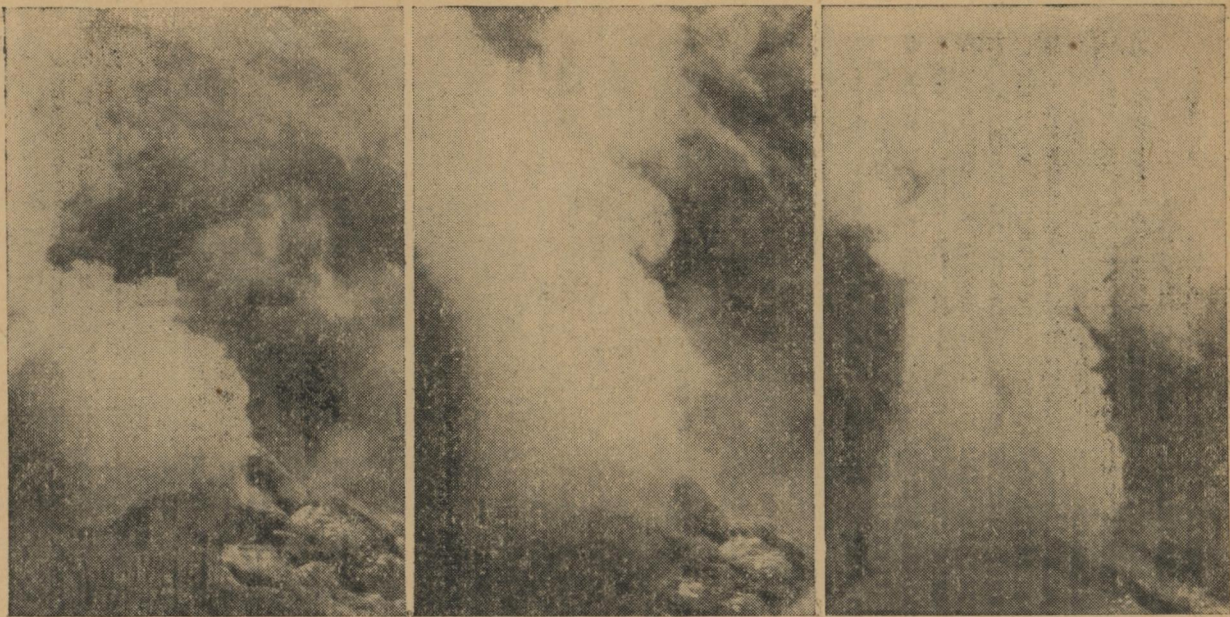
Полюбовавшись этой замечательной, полной энергии и жизни картиной с kloкочущими и шумящими гейзерами, мы направились к ближайшему гейзеру, расположенному близ реки. Склон этого гейзера покрыт серо-розоватым минералом — гейзеритом в форме розочек, состоящих почти исключительно из кремнезема. Сам гейзер представляет собой неправильную, как в плане, так и в разрезе чашу, размерами около 2×1 м, наполненную в то время, когда мы подошли, водой, от которой поднимался легкий пар. Через несколько минут вода начала «волноваться». Затем появились большие и малые пузыри и вслед за этим вода как-бы закипела. Крупные брызги поднялись вверх на высоту $1\frac{1}{2}$ — 2 м, а подымавшаяся с ними масса пара относилась ветром к югу. Затем выделения пара усилились. Он стал стремительно подниматься вертикально, увлекая с собой струи, отдельные «комки» и капли воды на высоту около 10 м. Столб



Гейзер в долине р. Гейзерной



Различные стадии извержения гейзера в долине р. Гейзерной



Различные стадии извержения гейзера в долине р. Гейзерной

же пара поднимался на высоту 15—20 м и затем принимал направление движения ветра. Извержение воды и пара продолжалось около 5 минут.

Ряд фотографий, снятых одна за другой через $\frac{1}{2}$ минуты, показывают форму и нарастание интенсивности паро-водяного извержения.

Спустя 15—20 минут после описанного извержения гейзера началось извержение самого крупного гейзера Великана, расположенного выше по реке. В это время мы находились на расстоянии $\frac{1}{2}$ км от него. Услышав сзади себя сильный шум — быстро повернулись и увидели огромный столб пара и воды. Струи воды были заметны среди пара, поднимавшегося огромным столбом высоко вверх. Трудно было определить высоту водяных струй, но, сравнивая с прилегающим к ним склоном уступа, можно считать, что высота их была около 30—40 м. Столб же пара поднимался выше краев долины, т. е. его высота была больше 400 м. К несчастью, пленка в аппарате окончилась, и заснять эту картину нам не удалось. Я только успел набросать схематический эскиз в полевом альбоме».

На этом заканчиваю выписку из своих заметок.

В долине речки Гейзерной находится не менее 22 крупных и около сотни мелких гейзеров. Кроме того, здесь наблюдается ряд горячих источников. Температура воды в гейзерах от 94 до 99°. Продолжительность извержения воды — от 1 до 12 минут. Продолжительность одного полного периода, т. е. извержения и покоя — от трех минут до 5 часов 25 минут. Высота выбрасываемой струи воды — от одного, приблизительно, до сорока метров.

Как уже упоминалось, первым был обнаружен гейзер Первенец. Интересно, что струя воды и пара бьет у него с большой, но непостоянной силой под углом около 45° к горизонту. Вода поднимается на высоту не менее 10—12 м, а пар — на 50 м. В 1941 г. полный цикл деятельности этого гейзера занимал 45 минут, а в 1945 г. — 63 минуты, из которых на извержение воды и пара в первом и втором случаях приходилось две минуты.

Самым же крупным гейзером является Великан, чаша которого размером $3 \times 1,5$ м и глубиной не менее 3 м расположена на площадке, покрытой розочками гейзерита на высоте 15 м над рекой. Т. И. Устинова так описы-

вает его деятельность: «После извержения в грифоне¹ воды совсем нет. Интенсивно выделяющийся горячий пар мешают хорошенько заглянуть вглубь. В грифон водопадом стекает с площадки ранее выброшенная гейзером вода. Через 11 минут после конца извержения вода появляется на дне грифона, с силой выбрасывается из канала, и сейчас же стекает обратно. Еще через 11 минут она уже перестает исчезать, постепенно покрывая дно грифона, бурлит там, плещется; уровень ее все время меняется. Дальше уровень воды повышается чрезвычайно неравномерно. Повышение чередуется со значительным понижением. Перед взрывом вода интенсивно прибывает, толчками выбрасывается через край во многих местах грифона, разливается вокруг гейзера по площадке. Действие гейзера непродолжительно, но чрезвычайно напряженно. Извержение начинается всплеском на 1,5 м. Вслед за ним громадный столб воды и пара взлетает метров на 50; трудно в клубах пара разобрать, какой высоты достигает собственно вода. Воды извергается чрезвычайно много. Вся площадка моментально покрывается водой, по терраскам целый поток устремляется в реку. Через две минуты среди пара можно различить отдельные струи. Через четыре минуты извержение заканчивается, и опять начинается наполнение опустошенного грифона. Полный цикл деятельности гейзера продолжается 2 часа 50 минут. Клубы пара при извержении в безветренную погоду выбрасываются вертикальным столбом, повидимому, не менее чем на 300 м».

По личным наблюдениям в 1947 г. вода выбрасывалась из Великана на высоту не менее 30—40 м.

Таким образом, гейзеры — эти прекрасные явления угасающей вулканической деятельности — можно наблюдать и изучать, восхищаться и любоваться ими и в нашей стране.

Горячие источники

Камчатка богата горячими источниками, естественными спутниками угасающей вулканической деятельности. Одни из них расположены непосредственно в кратерах

¹ Небольшой чашеобразный или другой формы выход (устье) источников или гейзеров на поверхность земли.— *Ред.*

вулкана, другие — на их склонах, а третьи — в большем или меньшем удалении от них, обычно на дне долины или по берегам озер.

Они часто расположены по тем же направлениям, что и вулканы, т. е. связаны с теми же разломами в земной коре.

Горячие ключи, расположенные в кратерах и на склонах вулканов, — в большей части молодые, очень активные, и, повидимому, деятельность их поддерживается вулканическими газами и парами, часть которых близ земной поверхности конденсируется в воду. Последняя обычно перед выходом на земную поверхность смешивается с грунтовой водой. Горячие источники выходят на поверхность спокойно или клокоча, как будто кипя.

В настоящее время известно около 70 групп горячих источников: из них около 40 относится к типично горячим, у которых температура от 50 до 100°, около 14 групп — к теплым, температура которых от 20 до 50°. О температуре и составе остальных групп пока еще не известно. Существует также несколько холодных минеральных источников.

Горячие источники — Озерновский (с максимальной температурой в 85°), Верхне-Голыгинские (77°), Верхне-Паратунские (70°), Нижне-Паратунские (51°), Большие Банные (87°), Начикинские (79°), Малкинские (83°), Таловые (30°), Академии наук (свыше 42°) и Керуклинские — относятся к *сернокисло-солеощелочным* источникам.

К *сернокисло-щелочным* водам относятся: Паужецкие источники с температурой 96°, Средне-Паратунские (79°), Малые Банные (78°), Паланские (92°) и Дранкинские (62°).

Состав вод Паужецкого гейзера, температура которого 97°, Налачивских источников (73°), Краеведческих (58°), из озера Узона (57°) и Киреунских (98°) — относится к *соленым (натрово-хлористым)*.

К *углекисло-солеощелочным* водам относятся воды, кроме холодного Малкинского источника, еще источники Ксудача с температурой 62°, Дзендзурского (38°), Кехкуйских (18—33°) и Пушинских (42°).

Во многих из упомянутых источников как примесь находится сероводород, но в некоторых, как, например, в вулкане Бурлящем и Собственно Центральном



В 43-градусной ванне



В 37-градусном водопаде можно купаться и принимать «душ Шарко»

Семячике, температура воды которых достигает 96° , содержание сероводорода значительно повышено.

На Камчатке встречаются и воды других составов, как, например, *углекисло-магнезиально-натровые* в Щапинских ключах с температурой 28° , *кислые купоросные (алюминиево-железисто-сернокислые)* в Узоне в грязевом озерке с температурой 60° и ряд других вод.

Много горячих источников находится в кратерах вулканов, каковыми являются источники Ксудача, Собственно Центрального Семячика, Бурлящего, Академии наук и Узона. Другие, как Южно-Кошелевские, Нижне-Семячинские, находятся на склонах вулканов.

Соленые горячие источники связаны с основными породами, а соляно-сернокислые — с кислыми. Эти две группы преобладают над другими группами вод.

С течением времени у горячих источников, особенно у тех, которые связаны с жизнью вулканического очага, меняется температура, состав, и изменяется жизнь самого источника.

Эти горячие источники Камчатки заслуживают самого серьезного внимания. Они изучены еще слабо, но по тем сведениям, которые имеются, известно, что они своеобразные, а некоторые из них единственные в нашем Союзе, которые могут сослужить большую пользу в лечении больных.

Две особенности выделяют их среди источников других областей нашей страны: содержание мышьяка в горячих водах различного состава и содержание в них магматической воды — воды, впервые появляющейся из глубин земли, несущей с собой различные элементы и соединения. Основываясь на этих особенностях, можно предполагать особую и исключительную лечебную ценность этих горячих источников.

Местные жители любят горячие ключи и используют их, но часто неумело. Они устраивают примитивные ванны, выкапывают ямы, иногда обкладывают их бревенчатым венцом и делают над ним род домика или навеса. В последнее время местные организации построили на некоторых источниках здания для отдыха лечащихся, и осуществляются мероприятия по использованию тепла источников в парниковом хозяйстве, но хотелось бы, однако, чтобы использование этих особых вулканических горячих ключей было более глубокое и широкое.



Грязевой котел

Считаю возможным сделать небольшое отступление и описать одну реальную мечту. На этих ключах после соответствующих исследований можно и должно построить ряд санаториев, которые по своим лечебным качествам могут иметь значение не только для жителей Камчатки, не только для больных Дальнего Востока, но, может быть, и для больных всей нашей страны. Ведь не за горами то время, когда наши самолеты будут за два-три дня доставлять пассажиров из одного в другой конец страны, и тогда Камчатка не будет так далека от центров нашего Союза.

Пожелание же следующее. Горячую воду источников взять в трубы, которые приведут ее в распределительный бассейн. Из этого бассейна воду направлять в ванны здания, а часть для отопления жилых помещений в холодное время. Избыточную горячую воду и отработанную — направлять в теплицы, в которых развести виноград, помидоры и низкорослые фруктовые деревья. И тогда этот климатически несколько суровый край станет не только здравницей Камчатки, но, может быть, будет иметь всесоюзное значение и даже сможет кормить плодами юга. В настоящее же время местное население на некоторых источниках, признавая целебные свойства их, любит подолгу купаться в ямах, температура воды в которых 46° , а иногда и выше, не учитывая, вреда, который может быть нанесен этим долгим купаньем.

Грязевые вулканы

В районах действующих и особенно затухающих вулканов вода вместе с газами, пробиваясь сквозь разжиженную глинистую массу, образует грязевые вулканы.

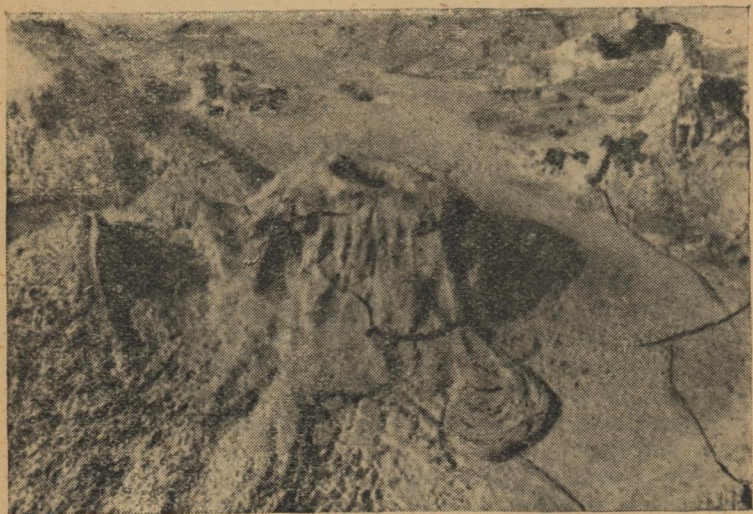
Таких грязевых вулканов, связанных с вулканической деятельностью, особенно много на дне кальдеры Узона, в кратере вулкана Бурлящего, в северном кратере Собственно Центрального Семьячика и в некоторых других местах, как, например, в долине речки Гейзерной и в районе Паужетских горячих ключей на юге Камчатки.

Эти грязевые вулканы встречаются или в виде грязевых котлов, или в виде небольших правильных или неправильных грязевых конусов.

Большие грязевые котлы, о которых уже упоминалось, находятся в долине Гейзерной. К тем сведениям,

которые были приведены выше, следует добавить, что глубина дна их была у одного около 1 м, а у другого около полметра. Характер их деятельности был описан выше. Подобные, но меньших размеров и менее глубокие находятся на дне кальдеры Узона и в других вышеописанных местах.

Грязевые конусообразные вулканчики представляют собой глиняные, большей частью неправильные конусы,



Грязевой вулканчик

Фото Е. Ф. Ураткова

похожие иногда на куполы, высотой до 30 см, из кратера которых, диаметром в 5—10 см, временами изливалась жидкая глинистая грязь и образовывала по своим контурам то правильные длинные потоки, то веерообразные потоки-покровы, напоминающие лавовые потоки и покровы.

Такие грязевые конусообразные вулканчики имеются в Узоне. Много их на дне кратеров Бурлящего и северного кратера Собственно Центрального Семячика. Температура во всех действующих грязевых вулканах достаточно высокая — в пределах 80—98°.

Некоторые из грязевых вулканчиков образовали впадины размером около полметра в поперечнике, похожие в миниатюре на кальдеры.

В упомянутых местах много и потухших грязевых вулканчиков. Они уже ссохлись, сморщились, а многие частично разрушились.

ВУЛКАНЫ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Курильские острова представляют собой две большие гряды островов: Большую Курильскую и Малую Курильскую.

Большая гряда тянется на протяжении 1 200 км непосредственно от Камчатского полуострова на юго-запад до острова Хоккайдо.

Малая гряда расположена на протяжении 105 км и идет параллельно южной части Большой Курильской гряды, в 50 км к юго-востоку от нее.

Вулканы расположены почти исключительно на островах Большой Курильской гряды. Большинство этих островов представляет собой действующие или потухшие вулканы, и только самые северные и самые южные острова сложены из осадочных образований верхнетретичного времени.

Эти слои осадочных пород на упомянутых островах явились фундаментом, на котором возникли и выросли вулканы. Большое же количество вулканов Курильских островов возникло непосредственно на морском дне.

Рельеф дна моря между Камчатским полуостровом и островом Хоккайдо представляет собой крутой хребет с глубинами дна около 2 000 м в сторону Охотского моря, а около острова Хоккайдо даже свыше 3 300 м и с глубинами свыше 8 500 м в сторону Тихого океана. Как известно, непосредственно к юго-востоку от Курильских островов находится одна из глубочайших океанских впадин, так называемая впадина Тускарора.

Сами Курильские острова представляют собой вершины и гребни скрытого еще под водой сплошного горного хребта.

Большая Курильская гряда представляет собой замечательный наглядный пример образования на земной

поверхности хребта. Здесь можно наблюдать изгиб земной коры, гребень которого возвышается на 2—3 км над дном Охотского моря и на 8—8,5 км над впадиной Тускарора.

У изгиба по всей его длине образовались разломы, по которым прорвалась во многих местах огненно-жидкая лава. В этих местах возникли вулканические острова Курильской гряды. Вулканы изливали лавы, выбрасывали массу вулканического песка и обломков, которые оседали поблизости в море, и оно становилось и становится все мельче и мельче. Кроме того, и само дно в силу разных геологических причин может подниматься, и если подобный геологический процесс будет продолжаться в том же направлении, то через миллионы лет, а может быть и через сотни тысяч, здесь образуется сплошной хребет, который, с одной стороны, соединит Камчатку с Хоккайдо, а с другой — совершенно разъединит Охотское море от Тихого океана.

Возникновение Курильской гряды помогает нам понять образование и других хребтов, возвышающихся ныне целиком на суше.

Таким путем некогда возник Уральский хребет и ряд других.

Среди девонского моря, покрывавшего в то время (около 300 млн. лет назад) местность, где расположен ныне Уральский хребет, на подобном же изгибе земной подводной поверхности возникли трещины-разломы, по которым поднялась из глубины магма. Подводные ее извержения по мере накопления лав от дна моря до поверхности воды сменились надводными вулканами, которые и образовали острова, т. е. получилась та же картина, которая наблюдается сейчас на границе Охотского моря с Тихим океаном.

Вулканы Урала, наряду с изливаниями лав, выбрасывали также массу обломочного вулканического материала, который оседал поблизости. Таким образом, накапливался материал, и вулканические острова соединялись друг с другом. Этому объединению помогали, конечно, и движения земной коры и некоторые другие процессы, в результате которых (их суммарного воздействия) и возник Уральский горный хребет.

Вулканы Курильской гряды расположены на дугообразных разломах, являющихся продолжением разломов

Камчатки, и, таким образом, они образуют одну вулканическую и тектоническую Камчатско-Курильскую дугу, выпуклую в сторону Тихого океана и направленную, в общем, с юго-запада на северо-восток.

Рельеф всех островов, за исключением самого северного, — гористый.

Деятельность вулканов на Курильских островах в прошлом и в настоящее время весьма интенсивная. Здесь насчитывается около 100 вулканов, из которых 38 действующих и находящихся в сольфатарной стадии деятельности.

Первоначальные вулканы возникли в верхнетретичное время на крайних юго-западных и северо-восточных островах Курильской гряды, а затем переместились в центральную ее часть. Таким образом, вулканическая жизнь на них началась совершенно недавно, всего лишь один или несколько миллионов лет, и продолжается до сих пор.

Сведения об извержениях вулканов Курильской гряды имеются с начала XVIII в., но они очень отрывочны и далеко неполны.

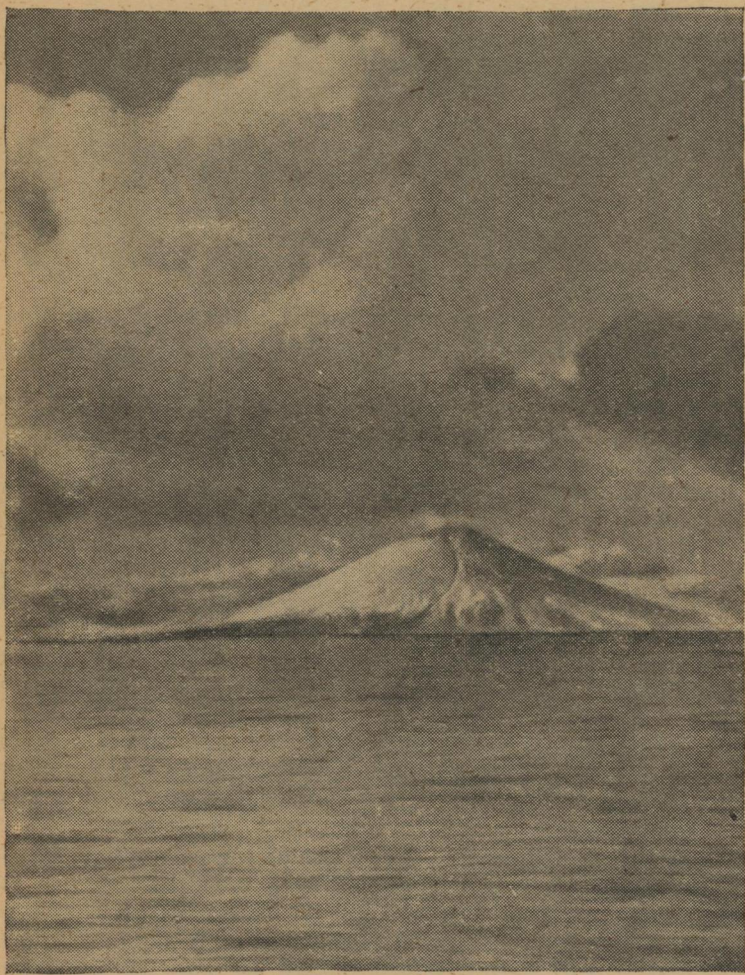
Действующие вулканы

К наиболее активным вулканам Курильской гряды относятся Алаид, пик Сарычева, Фусс, Сноу и Мильна.

Среди действующих вулканов Курильских островов самым активным вулканом является Алаид. Он же и самый высокий среди всех вулканов этой гряды. Красивой конусообразной горой он поднимается непосредственно от поверхности моря на высоту 2339 м. На вершине вулкана находится небольшая впадина, в середине которой поднимается центральный конус.

Извержения его происходили в 1770, 1789, 1790, 1793, 1828, 1829, 1843 и 1858 гг., т. е. восемь извержений за последние 180 лет.

Кроме того, близ северо-восточных берегов Алаида произошло в 1932 г. подводное извержение, а в декабре 1933 г. и в январе 1934 г. происходили извержения в 2 км от восточного его берега. В результате последнего извержения образовался вулканический островок с широким кратером, названный Такетом. Он является побочным конусом вулкана Алаид.



Вулкан Алаид

Фото Ф. Г. Волкова

Принимая во внимание все эти извержения, можно сказать, что за последние 180 лет из вулканического очага Алаида произошло не менее 10 извержений

Через два года между вулканами Такетом и Алаидом образовалась коса, которая в 1936 г. их соединила.

Лавы и рыхлые вулканические продукты Алаида и Такетоми относятся к базальтовым.

Пик Сарычева стоит по интенсивности вулканической деятельности на втором месте и представляет собой *стратовулкан*, расположенный на острове Матуа. Он представляет собой двуглавый конус с пологим склоном в нижней части и с более крутым — до 45° , в верхней части.

На более высокой (1497 м) вершине находится кратер диаметром около 250 м и глубиной около 100—150 м. Около кратера на внешней стороне конуса много трещин, из которых выделялись (август и сентябрь 1946 г.) белые пары и газы.

С южной стороны обрыв полукольцом окружает пик Сарычева, который, повидимому, является остатком гребня первоначального вулкана. К юго-востоку от вулкана находятся, повидимому, небольшие побочные конусы.

Начиная с 60-х годов XVIII столетия по настоящее время извержения его происходили в 1767, около 1770, около 1780, в 1878—1879, 1928, 1930 и 1946 гг. Кроме того, имеются многочисленные данные о его фумарольной деятельности. Так в 1805, 1811, 1850, 1860 гг. он «дымил». В 1924 г. близ него произошло подводное извержение.

Таким образом, за последние 180 лет произошло не менее семи извержений. Они сопровождались как взрывной деятельностью, так и излияниями базальтовой лавы.

Последнее извержение произошло в ноябре 1946 г. Этому извержению предшествовало оживление деятельности соседнего вулкана Расшуа, расположенного на одноименном острове. 4 ноября он начал бурно выделять газы, и ночью было видно зарево, а с 7 ноября началось усиленное выделение белых газов из кратера вулкана пика Сарычева.

9 ноября в 17 часов над его кратером поднялся столб газов и пепла черного цвета, а вечером появилось зарево, которое было видно всю ночь. В течение 10 ноября из вулкана выбрасывался пепел и происходили легкие,

но частые подземные толчки и был слышен беспрерывный подземный гул, а изредка — громовой раскат.

В ночь с 11 на 12 ноября на высоту до 100 м выбрасывались главным образом раскаленные бомбы, которые, падая по склонам вулкана, довольно быстро остывали.

С 22 часов 12 по 14 ноября извержение достигло максимального напряжения. Сначала появилось громадное зарево над кратером, высота полета вулканических бомб достигла 200 м, высота газовой-пепловой столба — 7 000 м над кратером. Особенно оглушительные взрывы произошли в ночь с 12-го на 13-е и утром 13 ноября. 13 ноября началось излияние лавы, и на склоне образовались боковые кратеры.

Извержение было особенно красиво и эффектно ночью 13 и 14 ноября. Огненные языки спускались от кратера вниз по склону.

Вся вершина вулкана на 500 м вниз от кратера казалась раскаленной докрасна от большого количества выбрасываемых бомб, обломков и песка.

С утра 13 ноября до 14 часов 14 ноября извержение сопровождалось различного вида молниями, которые почти ежеминутно сверкали в разных направлениях.

С середины 14 ноября извержение пошло на убыль, и 19 ноября вулкан совсем затих.

Вулкан пик Фусса расположен на острове Парамушир и представляет собой отдельно стоящий красивый конус, западные склоны которого круто обрываются в Охотское море.

Пик Фусса извергался в 1737, 1742, 1793, 1854 и 1859 гг., причем последнее извержение, т. е. 1859 г., сопровождалось выделением удушливых газов.

Вулкан Сноу — небольшой низкий куполообразный вулкан, высотой около 400 м, расположенный на острове Чирпой (острова Черные Братья). На его вершине имеется кратер около 300 м в диаметре. В северной части дна кратера находится углубление в виде колодца, диаметром около 150 м.

Многочисленные лавовые потоки изливались главным образом к югу от кратера. Повидимому, он принадлежит к *щитовидным* вулканам. Известно указание без точной даты об извержении этого вулкана в XVIII столетии. Кроме того, вулкан Сноу извергался в 1854, 1857, 1859 и 1879 гг.

Вулкан Мильн находится на острове Симушир и представляет собой двуглавый вулкан с внутренним конусом высотой 1526 м и окаймляющими с западной стороны частями гребня—остатками разрушенного более древнего вулкана, высотой 1489 м. На склонах видны лавовые потоки, которые местами выдаются в море в виде громадных лавовых полей.

На склонах находится несколько побочных конусов, из которых один, носящий название «*Горящая сопка*», действует наряду с главным конусом и, таким образом, является как бы самостоятельным вулканом.

О вулканической деятельности вулкана Мильна есть сведения, относящиеся к XVIII столетию. По более точным сведениям, извержения его происходили в 1849, 1881 и 1914 гг. Некоторые из них, по всей вероятности, относятся только к извержениям Горящей сопки.

К менее активным вулканам относятся вулканы: Севергина, Синарка, Райкоке и Медвежий.

Вулкан Севергина. В середине острова Харимкотан находится высокий пьедестал — остаток древнего вулкана, вершина которого взорвана или вообще разрушена. На этом пьедестале на высоту 1213 м поднимается конус вулкана. Извержения из этого конуса, сопровождавшиеся излияниями лавы и выбросами пепла, происходили в 1883 и 1934 гг.

Вулкан Синарка — высотой 938 м, расположен на острове Шиашкотан. Он представляет собой вытянутую на север гору, окруженную менее высокими вершинами; извергался в 1855 и 1873 гг.

Вулкан Райкоке расположен на одноименном острове; представляет собой усеченный конус, высотой 551 м с кратером, который имеет отвесные склоны и глубину около 60 м, сложен из лавы, пемзы и пепла и относится, повидимому, к *стратовулканам*.

Существуют указания на его извержения в 1778 и 1780 гг., а также, что в последующие годы (без указания дат) его деятельность продолжалась долгое время.

Вулкан Медвежий — высотой 1123 м, расположен в северной части острова Итуруп. В стадии интенсивной непрерывной деятельности он находился в XVIII в., причем в 1783 г. произошло, повидимому, очень сильное извержение. Сильное извержение произошло также и в 1883 г.

К менее активным вулканам Курильской гряды, или, быть может, о деятельности которых у нас имеется меньше сведений, относятся следующие вулканы:

Эбеко (1 136 м) — типичный конус в северной части острова Парамушир: *вулкан Немо* на острове Онекотан; *вулкан Кунтоминтар*, высотой 829 м, расположенный на острове Шиашкотан и представляющий собой короткий хребет с дымящейся вершиной.

Ширинкотан (737 м) находится на одноименном острове; *Экарма* (1 170 м) — вулкан конической формы, с отрогом к востоку, также на одноименном острове; *вулкан Расшун* — на одноименном острове.

Вулкан Палласа (1 002 м) — на острове Кетой, с озером в кратере; *вулкан Колокол* (1 326 м) — на острове Уруп, в виде усеченного конуса, напоминающего собой колокол; *вулкан Цирариппу* (1 158 м) — на острове Итуруп и *вулкан Менделеева* (888 м) — на острове Кунашир.

Относительно их извержений известно, что *Эбеко* извергался в 1853 г.; *Ширинкотан* и *Экарма* — в XVIII столетии, зарево над кратером *Расшуа* было видно в 1946 г., *Палласа* — в 1843 г., *Колокол* — в 1894 г., *Цирариппу* — в 1843 г. и *Менделеева* — в 1880 г. Время извержений других упомянутых выше вулканов — неизвестно.

Из перечисленных вулканов *Немо* относится к типу *вулкан в вулкане*. Новая его вершина, которая возвышается на 1 019 м, окружена долиной, отделяющей вершину вулкана от гребня более старого вулкана. Северная часть этой долинки заполнена озером. Она и озеро, в свою очередь окружены, за исключением западной стороны, пятью возвышенностями, достигающими 570 м высоты.

Вулкан Ширинкотан напоминает вулкан Севергина. Его верхний конус, который постоянно дымит, расположен на взорвавшемся или провалившемся нижнем конусе. Во время излияний лавы из верхнего конуса ее потоки устремляются сквозь трещины в разрушенной части нижнего конуса к морю.

Вулкан Расшуа находится в сольфатарной стадии деятельности, но, как выше упоминалось, за пять дней до извержения пика Сарычева в 1946 г. из него (вулкана *Расшуа*) стали бурно выделяться газы, и было видно зарево.

Сам вулкан состоит из нескольких вершин. Вокруг главной вершины, высотой 956 м, расположено несколько побочных конусов.

Вулкан Цирариппу — стратовулкан с двумя кратерами на вершине; из северного поднимается мощный столб белых вулканических газов. Много струй газа выделяется у подножия его северного склона.

Вулкан Менделеева имеет форму усеченного конуса, на вершине которого острая скала, окруженная меньшими по размерам скалами.

Таким образом, на Курильских островах известен 21 действующий вулкан, из которых пять выделяются своей более активной деятельностью.

Подводные вулканы

Кроме действующих наземных вулканов, близ островов Курильской гряды расположены действующие подводные вулканы.

К ним относятся: подводные вулканы, расположенные к северо-востоку от острова Алаид, извержения на котором происходили в 1856 и в 1932 гг.; к западу от острова Каменные ловушки, извергавшегося в 1924 г.; подводный вулкан, расположенный между островами Расшуа и Ушишир и извергавшийся в 80-х годах прошлого столетия, и, наконец, подводный вулкан, расположенный непосредственно к югу от острова Симушир, извержение которого происходило в 1918 г.

Затухающие вулканы

Затухающие вулканы, находящиеся в сольфатарной стадии деятельности, расположены главным образом в южной половине Курильской гряды.

Только интенсивно дымящийся *вулкан Чикурачки*, высотой 1817 м, расположенный на острове Парамушир, и *вулкан Ушишир*, расположенный на одноименном острове, находятся в северной половине гряды, причем последний расположен поблизости от начала южной части гряды.

Вулкан Ушишир (400 м). Края его кратера образуют кольцеобразный гребень, разрушенный только с южной стороны, благодаря чему дно кратера заполнено морем.

Вулкан Черный (625 м) расположен на острове Черные Братья. У него два кратера: один на вершине, диаметром около 800 м, а другой трещинообразной формы на юго-западном склоне. По краям последнего выделяются густые клубы паров и газов.

На острове Уруп находятся вулканы Трезубец и Берга.

Вулкан Трезубец относится к типу *вулкан в вулкане*. Наружный конус на высоте около 700 м оканчивается наклонной площадкой, над которой поднимается центральный конус высотой 1 017 м, оканчивающийся узкой зубчатой вершиной. В нем цилиндрической формы кратер глубиной около 150 м с диаметром около 200 м. Со дна кратера поднимаются струи белых газов, отлагающих серу.

Кроме того, на северном склоне вулкана на 60 м ниже вершины находится очень интересный конус из серы, высотой около 2 м, с диаметром канала 60 см. Из этого серного конуса все время выделяется мощная струя сернистых газов.

Что касается *вулкана Берга*, то на западном и северо-западном склонах его конуса постоянно поднимаются струи газов с значительной примесью в них сероводорода.

Больше всего вулканов, пребывающих в сольфатарной стадии деятельности, находится на острове Итуруп. Это следующие вулканы: Кудрявый, Чирип, Баранского, Тебенькова, Стокап и Берутарубе.

Из них *вулкан Кудрявый* (981 м) отличается наличием на ровном дне кратера семи небольших кратеров размером от 15 до 25 м в диаметре и 12 фумарольных гнезд.

Вулкан Чирип (1 560 м) представляет собой массивный конус, на вершине которого широкий и глубокий кратер с многочисленными фумаролами.

У *вулкана Баранского* (1 125 м) юго-западная часть вершины разрушена, так что кратер представляет собой амфитеатр. В нем имеется ряд трещин, по которым поднимаются мощные струи газов и паров.

Вулкан Тебенькова представляет собой усеченный конус высотой 1 207 м. На его склонах расположены три больших амфитеатра, которые, быть может, являются полуразрушенными боковыми кратерами. Один из них на

Юго-востоке переходит в глубокий каньон; около него в нескольких местах из сольфатар выделяются струи газов.

Вулкан Стокап (1 566 м) — усеченный конус с широким и глубоким кратером, на дне которого два небольших озера. На дне кратера белая порода, изменившаяся под влиянием сольфатарной деятельности. В XVIII в. этот вулкан еще «дымился».

Вулкан Берутарубе (1 220 м) представляет собой вулканический массив с неясными расплывчатыми очертаниями. Склоны его изрезаны многочисленными узкими глубокими долинами. На вершине глубокий кратер, на дне его расположены мощные сольфатары, струи которых в виде двух больших столбов были видны (по наблюдениям в 1946 г.) за 15 км.

Вулканы Тятя и Головнина расположены на острове Кунашир. Из них первый, высотой 1 822 м, представляет собой очень хорошо выраженный тип *вулкана в вулкане* с двухвершинным центральным конусом, который поднимается над кратером окаймляющего усеченного вулкана, на высоту 336 м. Ширина разделяющей их долинки достигает 900 м. В ней находятся небольшие озера.

Наружный усеченный конус сложен лавовыми потоками, имеющими еще свежий вид, а вторая вершина конуса сложена из вулканического песка и обломков. Струи пара и газов наблюдались над вулканом в 1812 г.

Вулкан Головнина, высотой 543 м, представляет собой два конуса, расположенные в кальдере, диаметром около 4 км. С северной и северо-восточной стороны эти конусы окаймлены озером Итибисинай. К югу от восточного конуса расположено маленькое озеро диаметром в 100 м, с температурой воды более 30°. Около каждого из озер много сольфатар, окаймленных мелкокристаллической серой. Все они выделяют мощные белые столбы газов и пара.

Таким образом, на Курильских островах находится 13 затухающих вулканов, пребывающих в настоящее время в сольфатарной стадии деятельности.

Как видим, современная вулканическая жизнь на этих островах также очень интенсивная, как об этом свидетельствуют вышеприведенные цифры — 21 действующих, 4 действующих подводных и 13 затухающих, т. е. 38 вулканов.

Потухшие вулканы

Сведений о потухших вулканах Курильских островов очень мало. Несколько больше сведений имеется о вулканах, расположенных в южной части Курильской гряды.

На Курильских островах находится много потухших вулканов различной формы — конусообразные, куполообразные, вулканические массивы, тип вулкан в вулкане и т. д.

Среди конусообразных вулканов выделяется своей красотой *Атсонупури*, высотой 1 206 м. Он расположен на острове Итуруп и представляет собой правильный конус; на его вершине находится кратер овальной формы, глубиной около 150 м. По склону, обращенному в сторону моря, спускается хорошо сохранившийся лавовый поток.

К конусообразным вулканам относятся также вулканы: *Ака* (598 м) на острове Шиащкотан; *Роко* (153 м), расположенный на одноименном острове близ острова Брат Чирпоев (острова Черные Братья); *Рудакова* (543 м) с озером в кратере, находящийся на острове Уруп, и *Богдана Хмельницкого* (1 587 м), расположенный на острове Итуруп.

Куполообразную форму имеют вулканы *Шестакова* (708 м), расположенный на острове Онекотан, и *Броутона* — высотой 801 м, находящийся на одноименном острове. На склонах последнего вулкана имеются небольшие конусообразные возвышенности, вероятно, побочные конусы.

К вулканическим массивам можно отнести вулкан *Кетой* — высотой 1 172 м, расположенный на одноименном острове, и вулкан *Камуй* — высотой 1 322 м, расположенный в северной части острова Итуруп.

К типу *вулкан в вулкане* относятся:

На острове Онекотан *пик Креницына*, внутренний конус которого, высотой в 1 326 м, окружен красивым озером, заполняющим понижение между ним (внутренним конусом) и остатками первоначального наружного конуса, возвышающегося ныне от 600 до 960 м над уровнем моря.

На острове Симушир *пик Уратман*, возвышающийся в форме правильного конуса на высоту 678 м. Бухта, окаймленная крутыми скалами, представляет собой,

повидимому, кальдеру, в восточной части которой провалился и образовался сам пик Уратман.

Вулкан Брат Чирпоев расположен на одноименном острове, входящем в острова Черные Братья. Центральный конус вулкана поднимается на 752 м. От окаймляющего вулкана сохранилась только северо-восточная часть в виде полукруглого гребня с отвесными стенками.

Вулкан Ивао, высотой 1 430 м, находящийся на острове Уруп, представляет собой усеченный конус. Возможно, что он вместе с вершинами Ака-мине, Куро-мине и конусообразной вершиной без названия, окружающими красивое горное озеро Канзике, является вулканом, образовавшимся на краю громадной кальдеры, в середине которой и расположено это озеро.

На островах Курильской гряды находятся и типичные *кальдеры*. К таковым относятся: кальдера *Карпинского* на острове Парамушир, где горы, окружающие ее, достигают 1 377 м; кальдера *Заварицкого* на острове Симушир, представляющая ряд вершин, высотой до 620 м, окаймляющая со всех сторон, кроме западной, озеро Мидори.

Вулканическое нагорье *Урбич* на острове Итуруп представляет ряд вершин. Самая высокая достигает 907 м. В средней части нагорья находится большое круглое озеро Урумбецу. Глубина его 48 м, а высота круто поднимающегося берега над озером около 200 м. Эта впадина, заполненная озером Урумбецу, повидимому, является кальдерой.

На этом же острове Итуруп находится бухта *Львиная пасть*, которая представляет собой большую кальдеру неправильно округлой формы, величиной до 8 км в поперечнике. Благодаря тому, что северная стенка разрушена, воды моря заполнили кальдеру и образовали в ней бухту. Берега ее круто поднимаются до 400 м и также круто опускаются под воду до глубины более 500 м.

Вулкан Каменные ловушки представляет небольшой дугообразный скалистый остров, расположенный между островами Шиашкотан и Райкоке. Высота скал—до 30 м. Эти дугообразно расположенные скалы, по всей вероятности, являются остатками гребня, окаймлявшего кратер потухшего подводного вулкана.

Кроме перечисленных вулканов, на Курильских островах находится еще много потухших вулканов, о кото-

рых пока мы еще ничего не знаем. К ним относятся на острове Парамушир вулканы *Левашова*, *Неожиданный*, *Богдановича*, *Вернадского*, *Ферсмана*, *Арсеньева*, *Левинсон-Лессинга*, *Татарина* и *Ломоносова*.

На острове Ширинки — вулкан *Ширинка*, высотой 750 м, частично разрушенный.

На острове Маканруши — вулкан *Маканруши*, высотой 1 168 м. Вокруг него расположено несколько частично разрушенных более низких конусов.

На камне Авось — вулкан *Авось*, с сильно разрушенным конусом, благодаря чему он принял причудливую форму, напоминающую корабль под парусами.

Вулкан Крыжановского — на острове Онекотан. В центральной части острова Симушир возвышается на 1 360 м вулкан *пик Прево*. Вулкан *Чирной*, высотой 690 м, находится на одноименном острове, входящем в группу островов Черные Братья.

На острове Уруп — вулкан *Десантный*, высотой 866 м, *Антипина* (1 222 м), конический вулкан *Борзова*, *Петушкова* (842 м) и *Три сестры* (999 м).

Кроме того, имеются еще неподтвержденные указания, что на этом же острове находятся и другие вулканы. К таким пока сомнительным вулканам относятся конусообразные горы *Усиротакэ* (1 003 м) и *Мару-яма* (969 м) и две котлообразные сопки — *Сарай-сан* (1 030 м) и куполовидная гора *Кахира-яма* (477 м).

На острове Итуруп известны следующие потухшие вулканы: в северной части острова *Демон* и *Меньшой Брат*. Кроме того, имеются пока еще неподтвержденные вулканы *Ива-яма*, *Тей-гай*, *Кобайсийо*, *Сибеторо*, *Соки-тани*, *Оцупоннен* и др. В центральной части острова расположены вулканы *Дракон*, *Ермак*, *Иван Грозный* и *Мотопури*. В южной же части острова из потухших вулканов — только *Буревестник* (1 426 м).

На острове Кунашир находится потухший вулкан *Руруй* и, наконец, на острове Шикотан, расположенном уже в Малой Курильской гряде, два потухших вулкана: *Томари* и *Ноторо*.

Таким образом, на Курильских островах находится 48 потухших вулканов, и кроме того, не менее 10 пока еще неподтвержденных.

Приведенные сведения о всех вулканах Курильской гряды свидетельствуют о весьма сильной вулканической

деятельности на этих островах. Это же заключение подтверждают и следующие цифры: один действующий вулкан приходится на 58 км; один вулкан — на 32 км, если считать действующие, затухающие и подводные; один вулкан на 25 км, если принимать во внимание и потухшие вулканы, и один вулкан на 21 км, если считать все вулканы, в том числе и неподтвержденные.

Как видно, плотность распределения значительная. Она в отношении действующих и затухающих вулканов очень близка к таковой на Камчатке, но в отношении всех вулканов значительно уступает ей.

Из 77 курильских вулканов, о которых имеются сведения, к вулканам выше 2 000 м относится один вулкан; от 2 000 до 1 000 м — 37 вулканов; от 1 000 до 500 м — 32 вулкана. Остальные ниже 500 м. Таким образом, по высоте над уровнем моря вулканы Курильских островов ниже вулканов Камчатки. Если же принять во внимание, что многие курильские вулканы, особенно в средней части гряды, поднимаются со дна моря, с глубин в 2 000 — 3 000 м, то высоты этих вулканов значительно увеличатся и, быть может, в общей массе будут выше камчатских вулканов.

Горячие источники

Курильские острова являются также ареной проявления малого вулканизма, как иногда пишут о гейзерах и горячих источниках, связанных с вулканическими очагами и с вулканической деятельностью. Горячие источники с температурами от 36 до 100° широко распространены по всей Курильской гряде, и в особенности на островах Парамушир, Шиадокотан, Экарма, Расшуа, Ушишир, Чирпой, Уруп, Итуруп и Кунашир. Некоторые из них сернистые, но все, вероятно, минерализованы, несмотря на то, что вода, например, горячего источника с температурой в 44° на острове Расшуа не имеет ни запаха, ни вкуса, чиста и не обесцвечивает камней.

На острове Ушишир горячий кипящий источник вытекает из кратера вулкана. На острове Уруп в кратере вулкана Трезубец находится небольшое озерко, размерами 20 × 30 м, вода в котором кислая на вкус. У подножия этого вулкана на берегу Охотского моря вытекают горячие источники,

Много горячих источников на острове Итуруп. Так, у подножия западного склона вулкана Чирип выходят горячие источники.

На склонах вулкана Баранского и из некоторых трещин в стенках кратера этого вулкана вытекают горячие источники. Одни из них содержат сероводород, а другие — сернистый газ.

На юго-западном склоне этого вулкана, на высоте около 300 м, находятся небольшие грязевые котлы, из которых местами вытекают струи кипящей воды.

Со дна второго амфитеатроподобного кратера или углубления вулкана Тебенькова вытекает небольшой источник с кислой на вкус водой и сильным запахом сероводорода. Температура воды 40°.

По дну глубокого ущелья, идущего от третьего кратера или углубления, бурно течет ручей, вода которого также очень кислая и с запахом сероводорода.

У вулкана Берутарубе, находящегося, как выше отмечалось, в сольфатарной стадии деятельности, появилось осенью 1946 г. много горячих источников, которых ранее не было.

В нескольких местах северной части острова Кунашир находятся многочисленные выходы горячих источников.

Горячие источники наблюдаются на склонах и у подножия вулкана Менделеева. Их температура до 60—65°, и они по преимуществу кислые. К северо-западу от поселка Сесеки (это название айнов, жителей Курильских островов, что означает Минеральный источник), расположенного на Тихоокеанском берегу, находится мощный кислый источник, температура воды которого 56°. Около этого источника находится водолечебница.

В самом же поселке наблюдаются у берега океана многочисленные струи пара. Они поднимаются над маленькими углублениями, в которых притекающая вода непрерывно кипит. Это кипение все время то усиливается, то ослабевает, и создает впечатление маленьких гейзеров. Температура воды в них 98—100°.

На западном же берегу острова расположены два горячих источника со слабым запахом серы. Температура их воды 46—50°.

В южной части острова Кунашир в понижении, окаймляющем центральные конусы вулкана Головнина,

у подножия южного склона восточного конуса расположено маленькое озеро диаметром около 100 м. Температура воды его от 30° до точки кипения. Окраска молочно-серая, переходящая почти в черную у северного крутого берега озера. В этом месте вода непрерывно кипит и выбрасывает черный песок. Поблизости на берегу этого же озера находятся выходы горячих источников, представляющие собой ямы, окаймленные скоплениями серы, шириной в поперечнике около 60 см и глубиной до 1,2 м, в которых кипит и бурлит черная вода и из которых выделяются столбообразные струи пара и газов. Вода в этих источниках очень кислая. Она стекает в озеро Итибсинай, вода в котором уже значительно менее кислая.

ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В НЕДАЛЕКОМ ПРОШЛОМ ¹

НА КАВКАЗЕ И В ЗАКАВКАЗЬЕ

Кавказ и особенно Закавказье были ареной интенсивной вулканической деятельности в течение многих и многих миллионов лет. Многочисленные и разнообразные вулканы возникали, жили и разрушались и вновь возникали на этой территории.

Вулканическая деятельность на территории современного Кавказа началась с древнейших времен и продолжалась с большими и малыми перерывами почти до нашего времени. Ее следы в виде сильно измененных диабазовых и других вулканических пород, обнаруженные среди докембрийских образований Северного Кавказа, свидетельствуют, что вулканы в этих местах уже существовали более полумиллиарда лет назад.

Вулканы действовали периодически и были тесно связаны с образованием Кавказских гор. Они извергались на Северном Кавказе в нижнем кембрии, девоне, карбоне и в начале пермского времени. Особенно широко развернулась вулканическая деятельность в нижнеюрское время, т. е. около 150 млн. лет назад. В это время вулканы образовали длинную огненную цепь от Туапсе на западе, до Северной Кахетии на востоке.

¹ В этой книге описаны главным образом вулканы, расположенные в областях современного вулканизма; значительно меньше уделено внимания новейшему, и еще меньше древнему вулканизму. Приведенные далее сведения являются лишь краткими дополнениями к предыдущим частям книги, дающими несколько более полную картину вулканической деятельности на территории нашей страны во все времена с начала ее геологической истории.

После интенсивной вулканической деятельности, особенно в нижнеюрское время, в районе Главного Кавказского хребта, она затем значительно уменьшилась, а в некоторых частях хребта даже совершенно прекратилась. Только в конце третичного периода она вновь возобновилась, продолжаясь и в четвертичном периоде.

Магматическая деятельность проявлялась не только в Главном хребте и его склонах, но и у северного подножия хребта (в значительном удалении от него).

В нижнетретичное время магма стремилась прорваться на земную поверхность в районе нынешнего Пятигорска. Магма даже приподняла покрывающие ее пласты, образовав на ровной поверхности ряд холмов, напоминающих собой острова, возвышающиеся над равниной. Однако прорваться на поверхность у нее не хватило сил, и магма отвердела под небольшим покровом осадочных пород.

Позднейшие процессы выветривания и сноса разрушили эти покровы и обнажили магматические породы неудавшихся вулканов, но у некоторых они все еще скрыты под осадочными отложениями.

Эти неудавшиеся вулканы — лакколиты, числом 17 — расположены в районе Пятигорск — Минеральные воды.

Центральное место занимает самый высокий массив *Бештау*, состоящий из пяти вершин, откуда произошло само название Пятигорска. Высота самой высокой вершины 1 400 м, а самой низкой, называемой *Лохматый курган*, — 1 077 м.

К северу от Бештау находится гора *Железная*, на склоне которой расположен курорт Железноводск с знаменитыми горячими источниками, температура которых достигает 55°. Воды их являются хорошим средством для лечения различных желудочно-кишечных заболеваний.

Между Бештау и Железноводском расположено по одной прямой три горы — *Острая*, *Тупая* (иначе *Кабан*) и *Медовка*.

Рядом с горой Железной расположена гора *Развалка*, состоящая из отдельных утесов и скал, похожих на башни.

Состав пород у всех перечисленных неудавшихся вулканов, а также у *Змеевого*, *Верблюда*, *Быка*, *Сюере-*

ша, Шелудивого, Золотого Кургана, Юца и Джуца — липарито-трахитовый.

Кроме перечисленных вскрытых лакколитов, в этом же районе находятся еще и не вскрытые. К таковым относятся горы *Машук*, *Лысая* и *Кокуртлы*, самая низкая гора, высотой 400 м. У горы Машук вытекают сероводородно-углекислые источники, температура которых достигает 49°. Вокруг них возник еще в конце XVIII столетия курорт Пятигорск, являющийся старейшим среди других курортов этого района.

Таким образом, несколько миллионов лет тому назад огненно-жидкая магма пыталась прорваться в районе Пятигорска сквозь земную кору, но не смогла и только приподняла отдельные участки поверхности и образовала группу упомянутых семнадцати гор-холмов.

Однако упомянутые горячие источники говорят о том, что на глубине еще сохранилось тепло магматического очага. Это тепло способствует также частичному разложению известняков. Выделяющаяся из них углекислота поглощается подземными водами и выходит на поверхность в виде углекислых источников, каким является, например, всем известный нарзан.

В конце третичного периода возник и сформировался один из красивейших и самый высокий вулкан Европы — двухвершинный конусообразный Эльбрус.

Высота его западной вершины 5 633 м, а восточной — 5 595 м. Эльбрус поражает своей высотой, но на самом деле высота самого вулкана значительно меньше. Он возник на древних породах, которые поднимаются в этих местах на высоту около 4 000 м.

Лавы Эльбруса, прорвав всю эту толщу, вышли на земную горную поверхность, вероятно на этой же высоте, и образовали на ней вулканический конусообразный массив, высотой около 1 600 м и с диаметром его основания около 10 км.

Таким образом, вулкан Эльбрус средних размеров. Он, примерно, такой же высоты, как вулканы Ильинский или Малый Семячик на Камчатке или как вулканы Ломоносова и Богдана Хмельницкого на Курильских островах.

В продолжение вулканической жизни Эльбруса состав лав менялся от липарита, через дациты к андезитодацитам, т. е. от кислых к менее кислым породам.

Вулканическая деятельность Эльбруса выражалась не только в излиянии лавовых потоков до 24 км длиной, но и в сильной взрывной деятельности, приведшей к образованию вулканических туфов: один из потоков излился из бокового кратера, расположенного на склоне восточной вершины Эльбруса. Лавовые потоки имеют вид нагроможденных глыб лавы, но встречаются потоки и с волнистой поверхностью.

Вулканическая жизнь Эльбруса окончилась сравнительно недавно. Еще в настоящее время наблюдаются вблизи вершины выходы сернистого газа, а у подножия — теплый источник.

Эльбрус не был одинок. Вулканы существовали и к востоку, и к северо-востоку от него, и в окрестностях Нальчика. В этих местах особенно интенсивно развивалась вулканическая деятельность в районе реки Чегем, которая началась в третичный период и окончилась в четвертичное время.

Гора Кюген-кая, высотой 3 829 м, на которой сохранился еще полуразрушенный кратер, Кум-тюбе, высотой 3 771 м, и другие были вулканами. Из них извергались лавы и выбрасывался вулканический пепел, состав которых постепенно изменялся от кислых к средним, т. е. от липаритов к андезитам.

Интенсивная вулканическая деятельность развивалась в Приказбекской области. В ней наряду с другими высокими горами выше всех поднимается вулкан Казбек, высота которого 5 048 м.

О вулкане Казбек, так же как и об Эльбрусе, сложилось представление как о вулкане-великане. На самом деле Казбек, как вулкан, скорее лилипут, поставленный на высокий горный хребет, высота которого в этом месте около 4 670 м. Следовательно, высота самого вулкана около 370 м. Диаметр основания его конуса около 3—4 км.

Вулкан Казбек представляет собой конусообразную вершину с более высокой восточной частью и несколько пониженной относительно ровной западной частью. От вершины спускаются андезитовые и андезито-дацитовые лавовые потоки к реке Терек у селений Гвилети, Циклаури, Казбеги, Арша и Коби и в долину реки Мна-дон.

Некоторые из этих потоков обладают великолепной столбчатой отдельностью, которая образовалась в резуль-

тате быстрого охлаждения лавы. Она застыла в виде гигантских столбов, расположенных параллельно друг другу и стоящих то вертикально, то наклонно, образуя в некоторых местах подобие веера. Последние излияния лав из Казбека произошли уже в послеледниковое время, т. е. сравнительно недавно. Вершина Казбека, так же как и Эльбруса, покрыта ледниками, спускающимися отдельными языками в различные стороны.

Вулканы прикавказской области относятся к двум группам. Одна — *вулканы с кратером*, в образовании которых играли значительную роль газы. К ним относятся шлаковые конусы *Сакохе* и *Нарван* и лавовые конусы — *Восточный Хурисар* и *Казбекский сырх*. Другая группа — *бескратерные вулканы*, которые образовались в результате только выжимания или излияния лав без взрывов. К этой группе относятся выжатые куполообразные массивы *Цители*, *Арагвинский сырх*, *Западный Хурисар* и несколько других небольших массивчиков и лавовые вулканы *Непискало* и *Гуд*. Кроме того, к последней группе можно отнести трещинный вулкан *Садзели* и неудавшийся вулкан-лакколит *Цители-Цири*.

Деятельность вулканов второй группы заключалась либо в ряде следовавших одно за другим излияний лавы, либо только в одном излиянии или выжимании ее. Их вулканическая жизнь была непрерывной и кратковременной.

Непосредственно к югу от Казбека расположены вулканы правильной конусообразной формы *Сырхи-сар* (Казбекский сырх) и *Тхаршети*. Они более молодые, чем Казбек. Конус *Сырхи-сар* расположен на лаве, спустившейся с Казбека.

К югу от вулкана *Сырхи-сар* и в нескольких километрах к северо-западу от Крестового перевала расположен вулкан *Хури-сар*, высотой 3 772 м. Он, как уже упоминалось, состоит из двух вершин. Только восточная конусообразная вершина имеет кратер, из которого излились андезитовые лавовые потоки. Два из них достигли реки Терек. Западная вершина представляет собой выжатый купол.

К югу от Казбека и Тхаршега расположена сильно разрушенная вулканическая гора *Кабарджин*, высотой 3 140 м. Ее лавы андезитового и дацитового состава были выжаты из вулканического канала и не дали

больших потоков. Выжимание лавы сменилось сильными, но кратковременными взрывами, после которых его вулканическая деятельность окончилась.

К югу и юго-востоку от Кабарджина находится несколько небольших выходов вулканических пород, свидетелей некогда действовавших здесь небольших вулканов (*Милонский сырх*, лавы по реке Нарвани и *конус Чители*).

Еще южнее возвышается вулканический шлаковый конус *Сакохе*, абсолютная высота которого 3 080 м, а относительная—240 м. Он расположен на андезитобазальтовом лавовом потоке, спускающемся по южному склону Главного хребта и оканчивающемся крутым обрывом глубиной в 200 м, в котором проложен знаменитый Млетский спуск в глубокое ущелье реки Белая Арагва.

Этот поток излился из канала, не образовав кратера, или, скорее, из трещины, между предпоследним и последним оледенениями. Поток же дацитовый лавы, излившийся к северу от этого вулкана, еще более молодой.

Примерно в то же время образовался конусообразный лавовый вулкан *Непискало*, известный также под названием Семь Братьев. Он расположен к западу от Крестового перевала. В южной от вулкана стороне лавы образуют обширное лавовое плоскогорье. Толщина его андезитовых и дацитовых лав достигает нескольких сот метров. Кроме того, лавы Непискало спускаются потоками в разные стороны и достигают, между прочим, Крестового перевала.

К западу от вулкана Непискало расположено знаменитое вулканическое плоскогорье Кели.

В верховьях реки Арагвы возвышается наиболее изрезанный радиальными оврагами, красивый и самый крупный из вулканов Кельского плоскогорья — вулкан *Сырх* (Арагвинский сырх). Он представляет собой липарито-дацитовый выжатый конус без лавовых потоков.

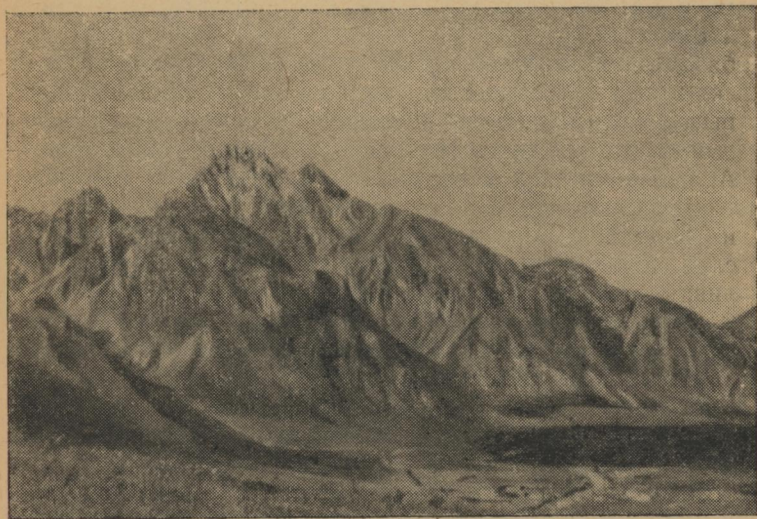
Само плоскогорье Кели покрыто лавовыми потоками, на которых расположены более молодые и по составу более основные, чем у вулкана Сырх, шлаковые конусы. Один из них совсем маленький. Он называется *Нарван-хox*.

Западнее Сырха (Арагвинского) в местности Мегландори разлился прекрасный дацитовый лавовый по-

ток. Вытекая из узкого ущелья, он расширился и разлился как к западу, так и к востоку.

В восточной части этого потока поднимается вулкан *Сырх-хох*, а в юго-восточной части — вулкан *Фидар-хох*.

В нижнеюрское время, а может быть несколько раньше, т. е. в триасе, началась вулканическая деятельность и в Закавказье, где многие районы были покрыты в то время морем и вулканы были расположены на дне моря.



Разрушенный вулкан Кабарджин

На южном склоне Главного Кавказского хребта вулканы действовали периодически в течение всего юрского периода, а в некоторых местах захватили и нижнемеловое и даже верхнемеловое время.

В это же нижнеюрское время вулканическая деятельность распространилась и в Восточном Закавказье. Сначала здесь преобладали подводные извержения, потом их сменили наземные трубообразные и трещинные вулканы. Они в этой части Закавказья действовали особенно напряженно и интенсивно в середине мелового периода. Затем их деятельность стала уменьшаться, и в конце мелового периода вулканы уже не действовали.

После периода почти полного покоя вулканическая активность в Восточном Закавказье стала снова проявляться примерно в середине третичного времени, т. е. около 50—40 млн. лет назад, сначала слабо, но затем достигла огромной силы. Такая напряженная вулканическая деятельность продолжалась до конца среднетретичного времени. Она особенно сильно протекала в Мисханском, Памбакском и других хребтах, в Ахманганском плоскогорье, в районе рек Тертера и Восточного Арпачая, в Карабахском вулканическом плоскогорье и в ряде других мест.

В верхнетретичное время (т. е. от 30 млн. до 2 млн. лет назад) вулканическая деятельность в Восточном Закавказье прекратилась, и только в самом конце этого периода кое-где вновь начались слабые вспышки взрывной вулканической деятельности из отдельных центральных вулканов.

Около 80—70 млн. лет назад, т. е. в верхнемеловое время, вулканическая деятельность распространилась на западную часть Южного Закавказья—на некоторые районы Аджаро-Имеретинского и Триалетского хребтов. В районе последнего хребта она продолжалась в нижне- и среднетретичное время.

Вулканы действовали очень сильно. Многие места упомянутых центров были залиты андезитовыми лавами. Такими же лавами была залита вся Аджария.

В нижнетретичное время усилилась вулканическая деятельность в окрестностях Тбилиси и на небольшом Телетском хребте, на котором на пространстве всего 5—6 кв. км расположено более 30 небольших потухших вулканов. Среди них самым крупным и высоким и наиболее эффектным является вулкан Кер-оглы, лавовые потоки которого залили несколько квадратных километров. Его вулканическая жизнь заключалась только в одном извержении. Также образовался и близко расположенный к нему вулкан Шавнабади.

Вулканическая деятельность не прекращалась, она периодически возникала в некоторых районах Западного Закавказья и в верхнетретичное и в четвертичное время.

Область к югу от Аджаро-Имеретинского и Триалетского хребтов является местом распространения лавовых плоскогорий и многочисленных вулканов. Последние расположены, главным образом, в районе хребта Мокрых

гор, на Ахалкалакском плоскогорье в группе Самсар-абул и в нагорье Дохкуз-пуара между бассейнами рек Куры и Чороха.

В районе Годерского перевала и, особенно, к югу от него изливались и выжимались из каналов, расположенных близко друг к другу, лавовые конусы. Некоторые из них излили лавовые потоки. Деятельность других сопровождалась также небольшими взрывными извержениями.

Особо интересной является Ахалцихская котловина, по которой разбросано около 300 небольших вулканов. Многие из них имеют правильную конусообразную форму. Около 70 таких конусов расположено в центральной части котловины на площади около 280 кв. км. Образование части этих вулканов сопровождалось излияниями лавовых потоков.

Вулканы Ахалкалакского плоскогорья расположены преимущественно вдоль Абул-Самсарского хребта и вдоль Мокрых гор, т. е. двумя полосами, простирающимися с севера на юг.

В полосе Абул-Самсарского хребта расположен сильно разрушенный самый высокий на этом хребте вулкан Самсар, высотой 3 285 м.

В нем сохранились части кратера, так же как и у вулканов *Годобери* и *Абул*, расположенных в этой же полосе. Из последнего излилось много различных лавовых потоков.

В этой полосе находятся и другие вулканы: красивый конусообразный бескратерный вулкан *Тавкотери*, *Маджадия*, а в полосе Мокрых гор вулканы *Эмликли*, *Агрикар* и другие.

Вулканы расположены не только в этих двух полосах, но они (особенно выжатые лавовые конусы и куполы) разбросаны также по всему почти сплошь залитому лавами Ахалкалакскому плоскогорью.

Потоки андезитовой лавы излились (в послетретичное время) также и из ряда вулканов области Триалетского хребта в районе Бакурьяни. Самый большой из них имеет протяженность 40 км и доходит до известного курорта Боржоми.

В самом конце третичного периода, а в некоторых местах в начале четвертичного, вулканическая деятельность была снова интенсивной по всему Кавказу и

Закавказью. В это время действовала сплошная цепь вулканов между Эльбрусом и Казбеком. Излияние лав и сильная взрывная деятельность привели к образованию громадных и мощных лавовых потоков и пепловых и туфобрекчиевых пластов на северном склоне центральной части Кавказского хребта и, главным образом, от Аджарского хребта по направлению к озеру Севан и далее на юго-восток. Особенно сильные излияния были близ озера Севан в районе Нор-Баязета, где базальтовые и андезитово-базальтовые лавы образовали большое лавовое плоскогорье.

Вслед за ними, но уже в эпоху между первым и вторым оледенениями в восточной Армении излились андезитовые лавы. Они залили большие площади на водоразделах речных бассейнов в районе рек Восточной Арпа-чай и других.

Деятельность вулканов во время второго оледенения была значительно слабее, чем в самом конце третичного периода. В это время произошли излияния лав из самых высоких вулканов, расположенных между Казбеком и Эльбрусом. Вероятно в это же время изливались лавы на Кельском плоскогорье. Лавы изливались также в районе озера Севан, в Ахманганском хребте и на Ахалкалакском плоскогорье, причем вулканы располагались в полосе от района западнее Ахалциха, через Алагез и Ахманганское нагорье к юго-востоку.

Между вторым и третьим оледенением образовался вулкан близ реки Восточный Арпа-чай около сел. Кодух-Ванн. Его андезитовые лавы устремились к этой реке и потекли по ее долине.

Во время третьего оледенения лавы продолжали изливаться в районе Казбека и на Эльбрусе. Другие вулканы в это время, повидимому, уже потухли.

Как на Кавказе, так и в Закавказье вулканическая деятельность в это время уменьшилась, но тем не менее ее проявления известны в пределах большой полосы, расположенной от Ахалциха к юго-востоку через Алагез и Ахманганское нагорье. Несомненно, в этой полосе находилось много вулканов, особенно в тех местах, где происходили многократные излияния лав. Один из таких вулканов в бассейне реки Восточный Арпа-чай дал мощные лавовые покровы со столбчатой отдельностью внизу и глыбовой — сверху.

Приблизительно во время четвертого — последнего — оледенения произошли сильные извержения на Казбеке и Эльбрусе, которые и создали наблюдающуюся ныне их форму.

В это же время, повидимому, произошли лавовые излияния в Южной Осетии в долине реки Лияхва, на южном склоне Главного Кавказского хребта.

Здесь извержения происходили по многим каналам, причем из некоторых лавы изливались в совсем незначительном количестве. Так, в центральной части Южной Осетии в Крезско-Кимасском районе на площади около 40 кв. км лава прорвалась в восьми местах.

Самый большой лавовый поток находится у горы Мтавар-Ангелози. Он имеет два языка, длиной более километра каждый и шириной 200—300 м. Самый малый поток был около сел. Боргниси. Его длина всего около 200 м и ширина около 50 м.

В Ванатско-Квасатальском районе близ сел. Квасатали на площади около 8 кв. км находится не менее 10 вулканов; между г. Цхинвали и сел. Ванати, на площади около 20 кв. км — не менее 11 и, наконец, к востоку от сел. Сатикар на площади около 2 кв. км — 8 вулканов.

В этом районе происходили не только излияния лавовых потоков с максимальной площадью до 1 кв. км, но и выжимание куполов. Интересной особенностью этого района являются маленькие вулканы, излившие всего несколько десятков кубических метров лавы.

Однако каждый из упомянутых маленьких бескратерных вулканов (общим числом свыше 35) имел свой вулканический канал, несмотря на то, что они были расположены близко друг к другу. Вся их вулканическая жизнь заключалась в прорыве канала и в излиянии лавы в один прием, за исключением двух вулканов (у Ванатской крепости и на вершине горы Кособиант-Вели). У первого из них вулканическая деятельность заключалась в излиянии с перерывом двух потоков из одного канала. Извержения из второго вулкана сопровождались сильными взрывами, в результате которых образовалось около него большое туфовое поле.

Образование большого количества вулканов, беспорядочно расположенных на небольших площадях, объясняется очень близким к земной поверхности внедрением

магмы и наличием большого количества трещин в верхних слоях земной коры, по которым произошло спокойное выделение газов и излияние лав.

В Закавказье в четвертичное время изливались лавы также в районе Боржоми, Ахалкалаки, в бассейне реки Храми, у подножия Алагеза, в Ахманганском хребте и вдоль берега озера Севан.

Лавовые извержения в бассейне Храми, происшедшие между последним и предпоследним оледенением, залили стоянки человека. Следовательно, эти извержения произошли недавно, и человек был свидетелем вулканической деятельности в этих областях.

В это же время действовали вулканы и изливались лавы и в бассейне реки Занга и в Даралагезе.

После последнего оледенения вулканическая деятельность в Закавказье возобновилась на короткое время, примерно в тех же районах, что и в предыдущие стадии.

Возможно, произошла также последняя вспышка вулканической активности Казбека и Эльбруса, заключающаяся во взрывах, выбросивших пепел.

Последними, следовательно, наиболее молодыми, излились лавы во многих местах в окрестностях озера Севан и в бассейне реки Восточный Арпа-чай. Они излились из вулканов, часто расположенных на лавах прежних излияний.

Один из таких вулканов, расположенный в верховьях реки Восточный Арпа-чай, дал два андезитовых потока длиной в 13 и 7 км.

Поток лавы другого вулкана у сел. Гостун, начинаясь на высоте 3 000 м, круто спустился по склону, делая крутые повороты и образуя местами лавопады, а в одном месте двухкилометровое ответвление, и протек на протяжении 12 км.

На многих лавовых потоках в восточной Армении расположены достаточно хорошо сохранившиеся вулканы, имеющие обычно кратер. В окрестностях озера Севан, кроме того, находятся чисто лавовые бескратерные вулканы и шлаковые конусы.

В этих же местах находятся остатки более древних (третичных) вулканов, окруженные более молодыми четвертичными лавами, как, например, остатки вулканов *Большой* и *Малый Аг-даг*.

В районе Алагеза и в полосе распространения четвертичного вулканизма от реки Занга на юго-восток до истоков реки Тертер, находится большое количество конусов и выходов лав. Вероятно, в этих местах магма близко подошла к поверхности и по многочисленным трубообразным и трещинным каналам вышла на поверхность земли на большом пространстве, образовав массовые или площадные излияния.

Примером может служить Ахманганское плоскогорье, поднимающееся на высоту свыше 2 500 м и покрытое, главным образом, андезито-базальтовыми лавами и отдельно стоящими шлаковыми конусами.

Излияния здесь произошли, по всей вероятности, частично по коротким трещинам, о чем свидетельствуют расположенные по одной прямой конусы, но большая часть лавы излилась по многочисленным каналам, хаотически разбросанным по всему району. Такие многочисленные каналы на небольшом пространстве, вероятнее всего говорят о неглубоком нахождении общего для них всех вулканического очага.

На этом плоскогорье находится много вулканов, как с кратером, так и без него: *Кызыл-даг, Агу-даг, Учъ-тапалар, Кара-даг, Кызылджи-даг, Кырмызи-тапа* и др.

Огромный вулканический массив Алагез (Арагац) в Армении возник в конце нижнетретичного времени и окончил вулканическую жизнь в четвертичное время.

В отношении Алагеза как вулкана существуют две точки зрения. По первой—Алагез представляет собой вулкан, действовавший в течение продолжительного времени. Деятельность его прерывалась, и после значительного периода покоя вновь возобновлялась, и так происходило несколько раз (не менее трех), причем изменялся состав лав. Современная вершина представляет собой остаток кратера вулкана. По второй—вершина Алагеза не является ни кратером, ни вулканом. Существовал же некогда ряд вулканов на склонах Алагеза, через которые происходили излияния лав и другие проявления вулканической жизни.

Вулканическая деятельность в районе Алагеза продолжалась долго и временами была очень бурной и грозной. Излияния лавы часто сменялись сильными взрывами, а также выбрасыванием раскаленных лавин, приводивших к образованию особых туфо-лавовых пород.

В ПРИБАЙКАЛЬЕ И ЗАБАЙКАЛЬЕ

Давным-давно, повидимому еще до палеозоя, началась вулканическая деятельность в Прибайкалье и Забайкалье. Затем она последовательно возникала в кембрии — к югу от Байкала, в юго-восточной части Забайкалья — в девоне и карбоне, в западном Забайкалье — в пермское время и в восточном Забайкалье — в триасе.

Особенно интенсивно действовали вулканы почти по всему Забайкалью в юрский период, но в нижнемеловое время деятельность их значительно уменьшилась.

Усиление вулканической деятельности наступило с началом третичного периода. В течение этого и четвертичного периодов происходили многократные мощные излияния основной лавы в бассейнах рек Шилки, Унды, Аргуни, Джиды, Витима и в других местах, образовавшие многочисленные покровы и потоки.

От вулканической деятельности в эти последние геологические периоды в Забайкалье сохранились не только дайки, потоки и покровы, но и сами аппараты — вулканические конусы.

На Витимском плоскогорье находятся три небольших потухших вулкана, а также много трещин, из которых излилось большое количество базальтовых лав, покрывших окружающую местность.

Вулкан Мушкетова расположен недалеко от впадения реки Ингур в Витим. Он представляет собой усеченный конус, возвышающийся над плоскогорьем на 160 м, диаметр его основания около 3 км. Внутри конуса, в кратере, находится озеро, около 750 м в поперечнике. Оно размыло северную часть конуса и таким образом разорвало кольцевой гребень этого *стратовулкана*. Излившийся базальтовый поток покрыл большую площадь — не менее 200 кв. км. Мощность его около 15 м.

Вулкан Обручева расположен также около реки Витим, близ впадения в нее реки Кокыртуй. Он несколько больших размеров, чем вулкан Мушкетова, но без озера в кратере. В его строении преобладают лавы. Базальтовый поток, излившийся из вулкана Обручева, занял значительно меньшую площадь, но по мощности, он, видимо, в два раза толще лавового потока Мушкетова.

Вулкан Лопатина, расположенный также около этой реки, имеет овальную форму. Стенка его кратера про-

рвана в северо-восточном направлении. Высота его около 100 м. Величина кратера около 600×200 м. Кратер не глубокий. Высота стенок кратера от 20 до 50 м. Из вулкана Лопатина изливалась также пузыристая и шлаковая базальтовая лава.

Свидетелями недавней вулканической деятельности являются также остатки небольших вулканов в долине реки Иркута близ села Тунки и в Еловском отроге.

В глубине Восточных Саян П. А. Кропоткин обнаружил небольшой вулкан в районе реки Хикушки, впадающей в Оку.

На горах (гольцах) Шилэ и Хамар-дабане и к югу от него на дне долин рек Хамней и Джиды — изливались базальты. Они же изливались и на плоскогорье между долинами рек Иркута и Джиды и на дне долин притоков последней реки.

Вулкан Кропоткина. В бассейне реки Джиды среди четвертичных базальтов на 120 м над поверхностью возвышается конус с кратером, диаметр которого 150 м, а глубина около 10 м. На западном склоне находится второй кратер. Из этого вулкана излился широкий поток базальта, заполнивший падь к долине реки Джиды.

Вулкан Кропоткина прорвался по центральному каналу в конце четвертичного времени и, таким образом, является очень молодым. Его базальтовая лава очень свежая на вид, местами обладает прекрасной столбчатой отдельностью.

В этой же области находился еще целый ряд подобных вулканов центрального типа, лавовые потоки которых, сливаясь, дали базальтовые покровы.

Кроме излияний основных лав в это же время происходили и небольшие излияния кислых лав.

Таким образом, вулканическая жизнь, проявлявшаяся в Забайкалье в течение многих миллионов лет, окончилась недавно или, быть может, только на время заглохла.

В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРО-ВОСТОКА

Совершенно неожиданно в центральной части Северо-Востока, в тех местах, где вулканическая жизнь замерла давным-давно, В. А. Зиминым был обнаружен молодой вулкан *Балаган-тас*, прорвавшийся в четвертичное время в верховьях реки Момы, притока Индигирки.

Прорвавшаяся лава покрыла около 4 кв. км площади и образовала шлаковый вулкан, который представляет собой правильный усеченный конус с кратером на вершине. Он поднимается на 180 м над окружающей местностью. Диаметр основания конуса 800 м, диаметр кратера 120 м.

Это открытие вулкана Балаган-тас почти в центре Северо-Востока Советского Союза показывает, что вулканизм четвертичного времени проявлялся не только на Курильских островах и Камчатке, в Прибайкалье и Забайкалье, но проник и в центральные части нашего Северо-Востока и связан, повидимому, с глубокими разломами в земной коре, по которым, возможно, происходили древние извержения в этой области еще в юрское время.

НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Вдоль Уссури и нижнего течения Амура, приблизительно параллельно этим рекам, находится ряд вулканов.

В начале третичного времени в этих местах по трещинам и трубообразным каналам прорвалась очень текучая базальтовая лава, образовав в то время большие покровы и, повидимому, щитовидные вулканы.

Следующая вспышка вулканической деятельности произошла на границе третичного и четвертичного периодов. В начале четвертичного времени происходили огромные излияния основных лав, особенно в южной части этого района.

Возможно, что в это время извержения происходили и по трещинам и по центральному каналу, образуя также щитовидные вулканы.

В это же время возникли и действовали вулканы, сохранившие полностью или частично свою форму до наших дней.

Они возникли приблизительно в одно время и прорвались по одной прямой линии, простирающейся на протяжении около 1000 км. Естественно, такое расположение вулканов вызывает предположение о существовании по этому направлению в земной коре разлома, по которому и прорвались вулканы.

Они представляют собой шлаковые конусы, состоящие из шлака, вулканического песка, обломков и бомб до 2 м в поперечнике и в небольшом количестве лавовых

потоков, т. е. они образовались в результате чередования взрывной деятельности с небольшими излияниями базальтовой или андезито-базальтовой лавы.

В эту группу входят вулканы *Барановский, Иманский, Святогорский, Синдинский, Болоньский* и *Шишиловский*.

Последний расположен в низовьях Амура, около оз. Кизи. Болоньский — между Хабаровском и Комсомольском на оз. Болонь. Синдинский — в 135 км к северо-востоку от Хабаровска, а в 100 км к югу от этого города расположен Святогорский вулкан. Иманский — у города Иман, и Барановский вулкан — в 100 км к северу от Владивостока.

Из этих вулканов лучше всего сохранились Барановский и, особенно, Святогорский.

ДРЕВНЯЯ ВУЛКАНИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Вулканическая деятельность в нашей стране была так разнообразна и проявлялась в столь многих областях, что не представляется возможным в этой книге подробно остановиться на древнем вулканизме.

Вулканизм так же стар, как стара наша земная кора. Однако в исчезающей дали ее прошлого скрывается начало вулканической жизни, и обнаружить все места начальных проявлений вулканической деятельности на земной поверхности очень трудно, а часто и невозможно, так как следы древней вулканической деятельности в большинстве случаев почти совершенно стерты с лица земли, или сильно, иногда до неузнаваемости, изменены последующими геологическими процессами. Только кое-где до наших дней сохранились корни вулканов и остатки лавовых потоков и покровов — следы бывшей некогда в этих местах интенсивной вулканической деятельности.

Это касается главным образом вулканической деятельности, происходившей в археозойскую и протерозойскую эры. Естественно, от более молодой палеозойской и мезозойской вулканической деятельности следов сохранилось значительно больше.

О древнем вулканизме на Камчатке, Кавказе, в Закавказье и в некоторых других областях было упомянуто выше. В этой же последней части книги сделаем очень краткий обзор вулканической деятельности и в других, но далеко не во всех, древне-вулканических областях нашей страны.

На Кольском полуострове. В Советском Союзе наиболее древние проявления вулканической деятельности на-

блюдаются ныне на Кольском полуострове, в Карелии и в некоторых других областях.

В начале геологической жизни этих областей вулканическая деятельность много раз нарушала покой тогда еще тонкой твердой оболочки земли. Огненножидкие массы поднимали и изгибали ее и, прорывая по трещинам, выливались на земную поверхность.

Документы геологической летописи, относящиеся к началу археозойской эры, свидетельствуют о том, что во время первого на Кольском полуострове (по нашим знаниям в настоящее время, но в действительности, вероятно, не первого), так называемого саамского, горообразования уже действовали вулканы.

Во второй половине археозойской эры, после саамского горообразования, произошло возобновление вулканической деятельности.

После большого перерыва, уже в конце археозоя возникли свеко-фенские горные цепи, вслед за образованием которых вулканы излили в районе Пулмас-тундры и устья реки Поной диабазовые лавы, а взрывные извержения привели к образованию вулканических туфов.

Особенно оживилась вулканическая деятельность на Кольском полуострове в начале протерозоя, после первой стадии образования Карельских горных цепей. Она происходила на большом протяжении в северо-западной части и в центральной полосе полуострова от озера Имандра и почти до горла Белого моря. В то время интенсивно действовали вулканы, изливая лавы, выбрасывая пепел и песок.

Вулканическая деятельность продолжалась и во вторую стадию карельского горообразования, но она была значительно слабее.

После образования Карельских гор вулканы время от времени изливали основные лавы: сначала в районе Кейв, а затем в северо-западной части полуострова.

Следующее возобновление вулканической деятельности началось со времени каледонского горообразования, происшедшего в силурийский и девонский периоды.

Во время образования герцинских горных цепей, т. е. в каменноугольное или пермское время, магма, повидимому, последний раз поднялась по трещинам в земной коре в районе Турьего мыса и Кандалакши и заполнила окружающие их места порфиритами и щелочными

базальтами. О дальнейшей вулканической жизни Кольского полуострова не осталось природных «документов», по которым можно было бы восстановить ее историю.

Таким образом, по имеющимся данным, вулканическая деятельность Кольского полуострова, о которой сохранились кое-какие следы, началась около 1800 млн. лет назад и окончилась около 250 млн. лет назад.

В Карелии наиболее древние следы вулканической деятельности обнаружены среди пород археозойской эры. В то время происходили излияния диабазовых лав и пикритов на Сегозере.

Более интенсивная вулканическая деятельность происходила в протерозое. Эта эра ознаменовалась интенсивным горообразованием, в результате которого образовались горные цепи Карелиды. Вулканическая деятельность, связанная с этим горообразованием, захватила большой промежуток времени.

В начале этой эры происходили, особенно в Сегозерско-Надвонцком районе, мощные излияния лавовых покровов. Частично происходили и подводные излияния. Кроме того, наблюдались и извержения взрывного характера.

Эти извержения дали диабазовые лавы, туфы и брекчии, а подводные извержения — шаровые лавы.

Вулканическая деятельность достигла наибольшего развития в следующую стадию этой эры в Суисарском районе. Здесь, кроме туфов и брекчий, образовавшихся в результате взрывных извержений, широко развиты обычные наземные лавовые потоки основных пород.

Следующая вспышка вулканической деятельности произошла в конце протерозоя, от которой сохранились только диабазовые дайки на западном берегу Онежского озера. На этой вспышке, повидимому, окончилась история вулканизма Карелии, так как о более молодых проявлениях вулканической деятельности в этой области нет никаких следов.

На Украине. Свидетели вулканической деятельности на Украине также уничтожены различными геологическими процессами на протяжении ее долгой жизни. Лишь кое-где сохранились корни вулканов и только в восточном Приазовье и, главным образом, в Закарпатье сохранились остатки потоков и покровов лав, излившихся из некогда действовавших в этих местах вулканов.

Вулканы на Украине сосредоточены были преимущественно в Приазовье, Днепро-Бугском районе, на Волыни и в Закарпатье.

К сожалению, время интенсивной вулканической деятельности на Волыни точно неизвестно. Полагают, что она происходила между верхнекаменноугольным временем и меловым периодом.

Значительно меньше сохранилось следов вулканической деятельности (отдельные дайки) на левом побережье Днепра.

Более значительная вулканическая деятельность была в районе Кривого Рога.

В этом районе между Днестром и Южным Бугом вулканическая деятельность была продолжительной и возобновлялась несколько раз.

В западном Приазовье вулканическая деятельность была более разнообразной, от нее сохранились дайки с кислыми и основными породами, среди которых видную роль играют диабазы.

Еще более разнообразной была вулканическая деятельность в восточном Приазовье. Здесь, после нижнекаменноугольного времени внедрялись и изливались разнообразные породы: диабазы, порфиристы, древние андезиты и андезито-трахиты, а также кварцевые порфиры и щелочные породы.

В западной части Донбасса сохранились остатки типичных покровов базальта, излившихся на земную поверхность.

Извержения, давшие диабазы и порфиристы в восточном Приазовье, очень древние. Они происходили в докембрийское время. Извержения же, сопровождавшиеся образованием древних андезитов, особенно в западной части Донбасса, — более молодые, во всяком случае, не древнее среднекаменноугольного времени.

На этом окончилась вулканическая деятельность на территории Украины от Карпат до Азовского моря, и только во второй половине третичного периода возникла цепь вулканов в Закарпатье между городами Ужгород и Хуста.

Вулканическая деятельность здесь началась сильными взрывными извержениями, которые сопровождалась и излияниями лав. Затем она сменилась почти исключительно взрывной деятельностью, давшей мощные толщи вулкани-

ческих туфов, и окончилась излияниями разнообразных лав: базальтов, андезитов, дацитов и обсидиана.

На Урале. Урал! Это слово у многих вызывает представление и об Уральском горном хребте и о его разнообразных полезных ископаемых, хранившихся и хранящихся еще в его недрах.

Этот старик Урал, снабжая уже более двухсот лет промышленность различными рудами, очень помог, как всем известно, своими полезными ископаемыми и в дни Великой Отечественной войны.

Однако не всем известно, что возникновение многих из этих руд обязано глубинному и приповерхностному вулканизму, который на Урале начался, может быть, в протерозое, но, без сомнений, в нижнем палеозое.

Вулканы на Полярном Урале действовали уже в кембрии и нижнем силуре, а на Северном Урале в верхнем кембрии и нижнем силуре. В верхнесилурийское время вулканическая деятельность переместилась на восточный склон Урала, причем она была в это время очень сильной. Почти с такой же силой вулканическая деятельность возобновилась в начале девона.

На границе верхнего и среднего девона она особенно выделялась на Южном Урале, а в верхнедевонское время распространилась на большой площади Урала, причем происходили как подводные излияния порфиринов, так и наземные с образованием различных туфов.

В дальнейшем вулканическая деятельность значительно уменьшилась.

Последние извержения были в нижнекаменноугольное время на Северном Урале в бассейне реки Северной Сосвы, где произошли излияния диабазов, и на Южном Урале, где чередовались излияния основных и кислых лав, а взрывная деятельность давала различные туфы.

Эти древние вулканы выносили из магматического очага по различным каналам многие химические элементы, большей частью в виде летучих соединений. Некоторые из них, вступая в реакции с другими элементами или соединениями, застревали в земной коре и образовывали большие или малые месторождения.

Чаще всего они накапливались в каналах, не имеющих непосредственного выхода на земную поверхность

В собственно вулканических каналах — трубообразных или трещинных — условия таковы, что большая часть

этих соединений уносится или улетучивается. Только некоторые элементы и соединения, при особых условиях, накапливаются в количествах, имеющих практическое значение.

Эти соединения, в свою очередь, могут реагировать с другими веществами, находящимися в боковых породах или в привнесенных водных растворах, и способны образовывать рудные месторождения.

К подобным месторождениям, вещество для которых частично было привнесено вулканами, относятся многочисленные колчеданные (железо и медно-сернистые) месторождения, расположенные отдельными точками вдоль Уральского хребта на протяжении около 1 000 км.

На Пай-хое, вулканическая деятельность возобновлялась три раза.

Во время первой вспышки преобладали подводные излияния; значительно реже происходили наземные извержения.

Вторая вспышка произошла в верхнесилурийское время, а третья и последняя, вероятно, в юрское.

На Тимане базальтовая лава поднялась по трещинам, повидимому, в верхнедевонское время и залила большую площадь.

Базальты сохранили до сих пор настолько свежий вид, что это обстоятельство вызывает сомнение относительно времени их излияния. Быть может, они более молодые.

На полуострове Канин, вероятно, в это же (верхнедевонское) время внедрились и излились диабазы и порфириты.

В Большеземельской тундре на реке Адзьве в это же время, или до него, т. е. древнее пермского периода, произошли излияния базальтов. Однако некоторые исследователи считают, что излияния около этой реки и по реке Каре на Пай-хое более молодые и что они произошли в мезозое или на границе мезозоя с кайнозоем.

На Новой Земле вулканическая деятельность происходила в нижнесилурийское время с излиянием диабазов и в верхнедевонское время с извержениями порфиритов, диабазов и пикритов и подводными излияниями спилитов¹.

¹ Спилиты — излившиеся под водой, измененные диабазовые лавы.

На Земле Франца-Иосифа. Вулканическая деятельность проявлялась и была достаточно интенсивной и далеко на севере — в Арктике.

В нижнемеловое время, т. е. около 100 млн. лет назад, на островах Земли Франца-Иосифа базальтовая лава, поднимаясь, главным образом по трещинам, изливалась на поверхности земли, образуя большие покровы.

В то время происходили не только излияния лав, но и взрывные извержения, от которых сохранились вулканические туфы с типичными вулканическими бомбами.

О более ранней и более поздней вулканической деятельности на этих островах нет никаких сведений.

В Крыму. Перейдем теперь к Крыму. Несколько ранее извержений и излияний базальтов на нашем дальнем севере — на Земле Франца-Иосифа, на нашем юге в Крыму огненножидкие лавы прорывались сквозь песчаники, глины, известняки и другие осадочные породы к земной поверхности. В среднеюрское и отчасти в нижнемеловое время, т. е. около 130—110 млн. лет назад, южная часть Крыма была ареной вулканической деятельности.

Магма внедрялась по разломам в осадочную толщу земной коры. Во многих местах она застряла в ней. В других — прорвалась на земную поверхность или на дно моря.

Благодаря разрушению и сносу осадочных пород, а также благодаря сбросам, ныне на поверхности Крыма видны не только излившиеся породы и их туфы, но также и полуглубинные и глубинные породы.

В Крыму, по сравнению с другими вулканическими областями, магматические породы, обнаруженные на поверхности, занимают незначительную площадь, — всего около 15 кв. км. Несмотря на это обстоятельство, Крым отличается сравнительно большим количеством отдельных выходов этих пород.

Вулканическая деятельность происходила главным образом в горном Крыму. Но следы этой деятельности встречаются и в предгорье Главной гряды, и на Южном берегу, и в восточном Крыму.

В предгорье Главной гряды наблюдается постепенный переход от глубинных форм залегания изверженных пород к поверхностным вулканическим формам. Так, в окрестностях Симферополя магма внедрилась в осадочные толщи и, не дойдя до земной поверхности, образовала ряд лакколитообразных массивов, а уже в

20 км к югу от Симферополя магма, поднимаясь по трещинам, достигла земной поверхности, причем в трещинах образовались дайки, и на поверхности излившаяся лава образовала покровы и потоки.

В соответствии с глубиной застывания магматических пород и изменением их формы залегания, изменялся и тип пород. В районе Симферополя это глубинные породы — диориты. В окрестностях сел. Саблы, расположенного между Симферополем и сел. Бодрак, порода диорит-порфирит носит переходный характер между предыдущими глубинными породами и более близкими к поверхности породами — мелафирами и базальтами, образовавшими дайки и покровы в окрестностях Бешуй, Бодрака, Коккоза и в других местах.

Ряд пород в районе мыса Фиолент, в 2 км к северу от Балаклавы и, наконец, валуны излившихся пород, обнаруженные в разных местах между Балаклавой и Севастополем, являются продуктами и свидетелями существовавших в то время вулканов, которые впоследствии, по всей вероятности, опустились ниже уровня моря.

В районе выше упомянутого мыса внедрение магмы происходило в три приема, причем внедрявшиеся более древние, т. е. в первый прием, глубинные породы — диориты до существовавшей в то время земной поверхности не дошли; диабазовые породы, внедрившиеся во второй прием, поднялись почти до самой поверхности, а может быть даже и излились на ней, а самые молодые породы — липариты и их туфы — излились и застыли на самой земной поверхности.

Ныне эти породы, поднимаясь высоко над уровнем моря, величественно выступают отдельными скалами в море, образуя иногда причудливые формы, как, например, так называемые «морские ворота», находящиеся к западу от мыса Фиолент.

На Южном берегу Крыма от Байдарских ворот и мыса Ласпи до Алушты наблюдаются преимущественно полуглубинные породы, образующие как мелкие лакколито-подобные тела, так и дайки различного состава. Но здесь встречаются и типичные вулканические породы и их туфы.

Собственно вулканическая деятельность в западной части Южного берега в районе мыс Ласпи — Алупка

заклучалась в подводных извержениях, которые сопровождались образованием пузыристых лав.

Свидетелями вулканической деятельности в этом районе являются вулканические туфы в 2,5 км к востоку от станции Байдары и вулканические породы и их туфы, находящиеся между Кучук-коем и речкой Леменкой. Эти же породы образуют гору Пиляки, входящую клином в Яйлу.

Вдоль берега моря наблюдаются главным образом дайки порфиритов и мелафиров и изредка лакколитообразные массивы. Такие места прорывов и внедрения магмы находятся около Ласпи, Тессели, Фороса и Мухалатки. Выше Меласа красуется живописная дайка малафира, которая прослеживается на протяжении 500 м.

Диабазы, а также вулканические туфы наблюдаются и далее на восток за горой Хыр, выше шоссе Севастополь — Ялта.

Между Алушкой и Гурзуфом находится также ряд небольших массивов и даек магматических пород: около Алушки и Ливадийской слободки, в Ялте, в ее окрестностях около водопада Учан-су, расположенного близ шоссе Ялта — Бахчисарай.

Между Гурзуфом и Алушкой расположен ряд лакколитоподобных гранодиоритовых и диоритовых массивов: сначала самый большой массив Аю-даг (высотой 565 м, длиной 2,5 км и шириной 2 км), представляющий два слившихся между собой лакколита, затем ряд мелких массивов и, наконец, близ Алушты гора Кастель.

Последний массив — гора Кастель — сложен наиболее кислыми глубинными породами Крыма и имеет несимметричную куполообразную относительно пологую вершину с, чашеобразным углублением.

Куру-узенское обнажение к северо-востоку от Алушты является последним в этом ряду выходом магматических пород.

Наиболее интенсивно развивалась вулканическая деятельность в районе Карадага, расположенном в стороне от других вулканических районов Крыма, в 20 км к юго-западу от Феодосии. Вулканическая группа Карадага занимает площадь около 3,5 кв. км и расположена вдоль моря на протяжении 6 км. Формы рельефа ее отличаются своеобразной суровой красотой. Она состоит из двухвершинной Святой горы и Берегового хребта, назы-

ваемого в разных частях различно. Самая западная его часть называется Лобовым хребтом, далее к востоку хребет Карагач, соединенный небольшим перешейком с хребтиком Шапка Мономаха, затем наиболее высокая часть — хребет Хоба-тепе, соединенный перешейком с Святой горой и, наконец, в северо-восточной части Берегового хребта за ущельем Гяур-бах невысокие гребни Магнитный и Кок-кая.

Вулканическая деятельность на Карадаге не выражалась в извержениях из одного кратера в один прием. Нет. Здесь на такой небольшой площади особо интенсивно проявлялась вулканическая деятельность. Она возобновлялась несколько раз в течение среднеюрского и частично верхнеюрского времени.

Более или менее спокойные лавовые излияния, вероятно из трещин, чередовались с взрывами лавы, свидетельствовавшими об обогащении ее (лавы) газами и вообще об изменении состава магмы. С течением времени у лавы изменялся ее химический состав, а с ним изменялись и ее физические свойства. Более жидкие лавы изливались в виде потоков, покровов и даек. В Сердolikoвой бухте наблюдается редкая интересная картина перехода мелких даек в общий поток. Более вязкие лавы образовывали купола, неки, дайки и иногда глубинные формы залегания.

Более или менее вязкие лавы, богатые газами, давали вулканические обломочные породы — туфы и туфобрекчии.

Довольно много на Карагаче неков, некоторые из них носят такие оригинальные названия, как «Чортов камень», «Сфинкс», или «Палец» и «Иван Разбойник». Они прорвали окружающие породы и ныне, отпрепарированные выветриванием, живописно возвышаются в виде гигантских неправильных столбов.

Наконец, у моря, в западной части Карагача находится выжатый небольшой базальтовый массивчик.

Таким образом, вулканическая деятельность на Карадаге протекала продолжительное время с небольшими перерывами, причем, наряду с излияниями лав, здесь играли большую роль взрывные извержения и отчасти выжимания лав. Кроме того, значительная часть таких извержений и излияний происходила на дне моря или на побережье.

Далее к востоку от Карагача между Коктебелем и мысом Киик-атлама имеется 11 массивов, сложенных из туфитов, брекчий и в значительно меньшем количестве из андезитовых лав, излившихся под водой.

Они являются периферической частью Карадагского вулканического района, а по составу соответствуют более древним их туфам и лавам.

Таким образом, на территории горного Крыма наблюдаются проявления полуглубинного вулканизма, продукты которого образовали на сравнительно небольшой глубине лакколиты различных форм, но небольших размеров, а также дайки. Типичным проявлением наземного вулканизма является образование потоков, покровов, туфолавовых, туфобрекчиевых и туфовых отложений, даек, некков и выжатых массивов.

Проявления наземной вулканической деятельности наблюдаются в предгорье Главной гряды в районе Бодрак—Коккозы и главным образом по побережью Крымского полуострова близ бывшего Георгиевского монастыря, мыса Фиолент, Балаклавы, близ станции Байдары, на мысе Лапси, в районе Лемен и Кикенеиза, на Карадаге, и, наконец, у мыса Киик-атлама близ Феодосии.

В Средней Азии вулканическая деятельность началась также очень давно. Ее проявления в виде подводных излияний уже известны в протерозое на Северном Памире и Чу-Илийских горах.

В начале палеозоя вулканическая деятельность в Средней Азии не происходила, за исключением Дарвазского хребта, где вулканы действовали в кембрии и силуре.

Вообще же в верхнем силуре прорывалось много вулканов, их деятельность распространилась на большую площадь и стала весьма сильной. Вулканы действовали близ дельты Аму-дарьи в Султан-уиз-даге, в бассейне Кара-ункура, в горах Кочкур-тюбе, в Ферганском, Алайском и в восточной части Туркестанского хребтов, в Хайдарканской котловине, в хребте Нур-ата и в Зеравшанском и Гиссарском хребтах.

Еще более интенсивной вулканическая деятельность была в нижнем девоне. Мощные лавовые потоки изливались на всем протяжении юго-западного Тянь-шаня, от Кара-Мазара вдоль южного склона Чаткальского хребта до Бизбу-тау включительно.

Особенно сильная вулканическая деятельность была к югу от Нарына. В результате этой деятельности накопились огромные толщи вулканических пород мощностью до 5 000 м.

В верхнедевонское время действовали вулканы в районе озера Иссык-куль.

Со второй половины девона до пермского времени вулканы действовали во многих местах Средней Азии, в восточной части Заилийского Ала-тау в Кетменьском хребте и в Джунгарском Ала-тау, а также в Алайском и в Дарвазском хребтах.

Вообще во всех районах наибольшего развития вулканическая деятельность достигла в эти, т. е. в каменноугольный и пермский, периоды жизни земли. Особенно интенсивной она была в областях к северу от реки Сырдарьи, а также в восточной и южной Фергане и в Туркестанском хребте, давая лавы и туфы самого разнообразного состава.

В каменноугольное же время были излияния порфиров и порфиритов и происходили взрывные извержения в Чаткальском хребте и в Таласском Ала-тау.

Продолжительное время в течение девонского и каменноугольного периодов действовали вулканы в пограничной Джунгарии.

Вся эта деятельность была связана с так называемым герцинским горообразованием.

Вулканическая деятельность в Средней Азии после палеозоя была чрезвычайно слабой. В Восточном Тяньшане и бассейне реки Или происходили, как будто в юрское время, излияния дацитовых лав. В это же время в Джунгарии образовались базальтовые дайки, а на Памире у перевала Кур-теке, излились андезиты. Вулканическая деятельность в Дарвазе окончилась в нижнем триасе.

В юрское же время или вообще в мезозойскую эру вспыхнула вулканическая деятельность в самой западной части Средней Азии, далеко от других вулканических центров ее, на небольшой площади вдоль Каспийского моря около Красноводска, при этом прорвались и были выжаты разнообразные по составу лавы — от основных до кислых.

Это пробуждение вулканической деятельности, повидимому, было связано больше с вулканической жизнью

Кавказа, чем с вулканической деятельностью Средней Азии.

В Казахстане вулканическая деятельность проявлялась в западной части — в Мугоджарах, особенно же в центральной и восточной его частях. Ее проявления известны с протерозоя.

В кембрийский период вулканическая деятельность началась сначала в Чингизе, а затем в Прибалхашье.

В это время преобладали подводные излияния. В начальный период лава поднималась по трещинам и, изливаясь, образовывала обширные лавовые покровы.

Трещинные излияния сменились извержениями центрального типа, но последние, однако, дали мало туфов и туфо-брекчий.

Вулканическая деятельность была очень интенсивной на протяжении всего силурийского периода, особенно в начале силура.

В это время в центральном Казахстане лавы изливались чаще потоки, реже покровы. Очень текучая лава образовывала щитовидные вулканы, а вязкая — купола.

Преобладали наземные центральные извержения, в результате которых образовалось большое количество туфов, туфо-брекчий и туфо-лав.

Среди излившихся лав преобладали порфириды и альбитофиры¹. Такие же лавы изливались и во время самого сильного горообразования в конце верхнего силура и в нижнем девоне.

Затем уже после горообразования в среднем девоне происходили излияния кислых, а в некоторых местах снова средних лав. Эти извержения сопровождались взрывами. Они происходили не только на суше, но частично и под водой.

Вулканическая деятельность окончилась в Чингизе и в других местах северо-восточной части Казахстана в среднем девоне, но она продолжалась в центральном и юго-восточном Казахстане в течение верхнедевонского и всего каменноугольного времени, в Прибалхашье она окончилась в среднекаменноугольное время. Тогда преобладали наземные вулканы. Среди них встречались щитовидные и куполообразные вулканы.

¹ Альбитофир относится к излившимся породам — порфирам, у которых вкрапленниками является минерал альбит.

Затухание и конец былой мощной вулканической деятельности наступили в юго-восточной части Казахстана в пермский период.

На Алтае. Вулканическая деятельность в северо-восточной части Алтая, в так называемом Горном Алтае известна с кембрийского времени. В это время она была достаточно сильной и бурной и сопровождалась излиянием порфиров и образованием туфов.

Особой силы она достигла на границе кембрия с силуром. В это время изливались главным образом основные диабазовые лавы.

На границе же кембрия и силура началась вулканическая деятельность и в юго-западной части Алтая, в так называемом Рудном Алтае, но здесь преобладали взрывные извержения.

В верхнесилурийское время действовали вулканы главным образом в Горном Алтае, в районе реки Чуй.

В девонское время интенсивно действовали вулканы на водоразделе рек Бии и Катунь. В этом месте излилось много разнообразных лав и образовалось много туфов.

Довольно сильные вспышки вулканической деятельности произошли и в Рудном Алтае.

В Горном Алтае вулканическая деятельность окончилась в девоне, а в Рудном Алтае она была еще очень интенсивной и в нижнекаменноугольное время. В это время излияния были настолько велики и взрывная деятельность была настолько сильна, что в районе реки Бухтармы образовались мощные толщи лав и их туфов.

Последняя вспышка вулканической деятельности произошла в верхнем палеозое в бассейне реки Ульбы.

В Салаире вулканы действовали с нижнего кембрия и до среднего девона. Деятельность их возобновлялась четыре раза. В нижнем кембрии изливались как кислые, так и основные лавы. В среднем кембрии вулканическая деятельность была очень слабой и, преимущественно, взрывной. В нижнем силуре происходили сначала взрывные извержения, а затем излияния лав. И, наконец, в среднем девоне в восточных предгорьях Салаира изливались порфиры, а взрывы давали вулканические обломки и песок для туфов.

В Кузнецкой котловине вулканическая деятельность началась, повидимому, в силуре излиянием мелафирового покрова в Караканских и в Салтымаковских горах.

Она возобновилась в девоне на реке Томи и в некоторых других местах, причем происходили как излияния лав, так и взрывные извержения, сопровождавшиеся образованием туфов.

Вулканическая деятельность в этой области окончилась в верхнепермское время излиянием базальтов.

В Кузнецком Ала-тау, в северо-восточной части Кузнецкого бассейна, вулканы уже действовали в нижнем кембрии.

В среднем кембрии они действовали к юго-востоку от Гурьевска и по северо-восточной окраине Кузнецкого бассейна.

Вулканическая деятельность возобновилась в нижнем силуре, но она была очень слабой.

В верхнем же силуре она была очень бурной, но все-таки ее проявления имели местное значение, в это время изливались разнообразные лавы: базальты, порфириты, ортофиры и порфиры.

Эти вулканы, связанные с каледонским горообразованием, особо проявили себя в восточной и южной окраинах Кузнецкого бассейна.

В нижнем девоне вулканическая деятельность происходила как на юго-западной, так и на северо-западной окраинах Кузнецкого бассейна.

В послепермское время в различных местах по реке Томи внедрился ряд базальтовых залежей, а по трещинам излились базальтовые покровы. Более точный возраст этих базальтов пока неизвестен.

В Енисейском массиве и Саянских горах. Вулканическая деятельность в Западных и Восточных Саянах, в Танна-туве и по восточной окраине Минусийской котловины в районе Красноярска и в Енисейском массиве происходила еще в докембрийское время. В то время изливались разнообразные лавы — порфиры, порфириты, диабазы и другие, а взрывные извержения давали материал для образования туфов.

Подобные же породы образовались в Енисейском массиве в кембро-силуре.

Следующая новая стадия вулканической деятельности произошла предположительно в конце каледонского горообразования, т. е. в девоне, и выразилась в больших излияниях базальтовых лав, сохранившихся только в наиболее высоких местах.

В восточной части Саян, вплоть до реки Иркут, вулканическая жизнь началась в юрское время и продолжалась почти до современного периода.

На Алдане. Достаточно энергичною была вулканическая деятельность в Алданском районе в докембрии, от которой сохранились дайки порфира, порфирита, диабазы и других пород.

Следующее возобновление в этом районе вулканической деятельности произошло в послепермское время, причем изливались порфиры, порфириты и щелочные базальты.

В Олекмо-Витимском районе вулканы действовали, повидимому, в докембрии, они изливали лавы кварцевого порфира.

На Сибирской платформе. Вулканическая деятельность на так называемой Сибирской платформе, занимающей огромное пространство между реками Енисеем и Леной, началась после каменноугольного времени энергичными взрывами, приведшими к образованию в некоторых местах мощных до 500 м и больше туфовых толщ.

В восточной части Сибирской платформы, точнее на Тунгусско-Катангском водоразделе, извержения начались в верхнепермское время из редко расположенных вулканов. На границе пермского и триасового периодов их образовалось большое количество. Деятельность вулканов заключалась в сильных взрывных извержениях, которые выбросили огромные количества вулканических обломков и песка.

В нижнеюрское время по всей Сибирской платформе начались массовые излияния основной лавы по многочисленным трещинам и трубообразным каналам, приведшие к образованию огромных и мощных покровов и потоков базальтов и диабазов, так называемых траппов, а с другой стороны, они внедрялись в приповерхностную часть земной коры, образуя так называемые пластовые залежи. На Сибирской платформе происходили и извержения центрального типа.

В последнее время был обнаружен ряд сильно разрушенных вулканических аппаратов в бассейне рек Б. Еремы и Лимитэ, представляющих собой кольцеобразные замкнутые или подковообразные амфитеатры, расположенные на вершинах пологих конических трапповых холмов.

Эти остатки вулканов центрального типа позволяют полнее восстановить картину извержений и грандиозных лавовых излияний на Сибирской платформе. Повидимому, лава здесь поднималась не только по трещинам, но и по многочисленным трубообразным каналам.

Эти извержения и излияния диабазовых лав, происшедшие на колоссальной площади около 1 500 000 кв. км, представляют особый интерес. Они связаны не с образованием горных цепей, а с глубокими вертикальными разломами земной коры.

Возможно, что при таких огромных массовых излияниях магма поднималась непосредственно из базальтового субстрата, не создавая промежуточных магматических очагов.

Излияния траппов сопровождалось образованием в некоторых частях лавы пустот.

С ними связано образование одного интересного и важного минерала. После отвердевания излившихся траппов, потекли горячие углекислые водные растворы по трещинам и пустотам в лаве, и в них образовался прозрачный и чистый, как вода, кальцит, так называемый исландский шпат — минерал, необходимый для особых поляризующих призм, входящих как главная составная часть в поляризационные микроскопы, употребляемые для исследования минералов и горных пород.

На Ново-Сибирских островах и островах Де-Лонга вулканическая деятельность не была интенсивной, и ее проявления не были многочисленными.

Диабазовая лава прорвалась на острове Котельном в палеозое, а может быть и в начале мезозоя. В верхнемеловое время излились липариты и андезиты, а в верхнетретичное — на острове Беннета — базальты.

В хребтах Верхоянском и Черского сильные взрывные извержения происходили в триасе. Вновь возобновилась вулканическая деятельность в верхнеюрское время и продолжалась в течение всего нижнего мела.

Вулканическая деятельность закончилась, повидимому, в верхнетретичное время излияниями диабазов.

На хребте Полуосном в нижнем палеозое и в верхнеюрское или в нижнемеловое время излились основные лавы.

На хребте Тасхаяхтах первый цикл вулканической деятельности начался, повидимому, в девоне излиянием

кислых лав, а второй и последний циклы произошли в нижнемеловое время с излияниями диабазов и порфиритов.

В верховьях Омелона и на хребте Гыдан в нижнепермское время происходили взрывные извержения, в результате которых образовались туфы. Подобная взрывная деятельность и излияния лав происходили в среднее и верхнеюрское время.

В низовьях Колымы, повидимому, в начале каменноугольного периода изливались порфириты, затем, после перерыва, в юрское время — липариты и в течение всего мелового периода — андезито-базальты.

В Охотско-Колымском крае вулканическая деятельность была особо интенсивной. Она началась излиянием кислых лав, повидимому, в девоне. В верхнем палеозое их сменили основные лавы.

В триасе преобладали взрывные извержения.

Вулканическая деятельность продолжалась в течение юрского и мелового периодов, причем состав лав несколько раз менялся.

В третичное время вулканы молчали. Они вновь заговорили, излив лавы, в четвертичное время.

На Охотском побережье. В западной части Охотского побережья вулканическая деятельность началась в нижнемеловое время излиянием разнообразных по составу лав.

В верхнемеловое время деятельность вулканов не наблюдалась. Они проснулись только в верхнетретичное время.

В Аянской бухте на Охотском побережье в конце палеозоя излились порфириты, и затем они несколько раз изливались в юрское время.

В районе же реки Уля вулканическая деятельность происходила только в верхнемеловое время.

В северной части Охотского побережья вулканическая деятельность началась в верхнем палеозое или нижнем мезозое излиянием порфиритов. Затем вулканы прекратили свою деятельность и только в верхнетретичное время излились липариты, андезиты и базальты. Вулканическая деятельность окончилась в этом районе излиянием андезитовых лав в начале четвертичного времени.

В Анадырском крае вулканы действовали, начиная с нижнемелового времени, сначала в западной и средней, а потом в восточной и северной частях края.

Вулканическая деятельность в западной части края окончилась в нижнетретичное время излияниями порфиров и взрывными извержениями, сопровождавшимися образованием туфов.

В средней же части Анадырского края вулканы действовали в течение всего третичного периода, причем из них изливались разнообразные лавы — базальты, андезиты, дациты и липариты. Вулканическая деятельность окончилась в этой части края в четвертичное время излиянием базальтов.

В восточной и северной частях края базальты изливались на протяжении всего верхнетретичного времени и окончились извержениями на границе третичного и четвертичного периодов.

На Чукотском полуострове. В западной части полуострова вулканическая деятельность началась сильными взрывными извержениями в юрское время, приведшими к образованию туфов. Во вторую половину юрского периода взрывная деятельность сменилась излияниями кислых лав.

Вулканизм в нижнемеловое время распространился, главным образом, в средней и восточной, и отчасти в северной частях полуострова.

В нижнетретичное время вулканы не действовали. Вулканическая деятельность возобновилась во всех частях полуострова, кроме западной, в верхнетретичное время. В это время излились только базальты.

Это было последним проявлением вулканической деятельности на Чукотском полуострове.

На Корякском побережье происходила энергичная взрывная вулканическая деятельность, о которой свидетельствуют выходы на побережье вулканических туфов в виде фантастических скал.

В Приамурье. На Дальнем Востоке вулканическая жизнь началась на разных территориях в разное время. Наиболее древнее проявление вулканической деятельности произошло в протерозое в бассейне реки Учур между Становым хребтом и хребтом Кет-кап.

Следующая ее вспышка произошла в верхнем течении реки Амгуни. В бассейне этой реки вулканы действовали и в меловое время, последняя же вспышка их деятельности произошла в начале четвертичного времени.

В каменноугольное время произошли взрывные извер-

жения из вулканов, расположенных в районе рек Зеи и Буреи.

Весьма интенсивной и во многих районах была вулканическая деятельность в меловой период.

В это время вулканы действовали, кроме упомянутых уже по реке Амгуни, еще в хребте Эзоп, в Амуро-Зейском районе и в районе реки Буреи.

В Сутаре после излияний и взрывных извержений, происшедших в меловой период, вулканическая деятельность вновь возобновилась в третичное время. В хребте Джугджур она возобновлялась несколько раз.

В нижнем Приамурье вулканическая деятельность началась в триасе внедрением диабазов.

Значительной силы достигли вулканы в нижнемеловое и, особенно, в верхнемеловое время. В то время извергались кислые лавы и их туфы. Они образовали толщу мощностью в несколько сот метров.

В последний раз вулканическая деятельность возобновилась в кайнозойское время в Усть-Амурском районе, причем изливались сначала андезиты и базальты, а затем липариты.

В Приморском крае и в Сихотэ-Алиньском хребте вулканическая деятельность была развита широко.

Вулканы действовали в этой области в Шавли-Селемджинском междуречье уже в нижнепалеозойское время. Их деятельность в каменноугольный и пермский периоды происходила в районе рек Хор, Чуй и в других местах, а затем в Южном Приморье.

Особой мощи достигла вулканическая деятельность в верхнемеловое время и, особенно, на границе верхнемелового времени с третичным периодом. Вулканы в то время действовали как в северной, так и в центральной частях Сихотэ-Алиня, а также в Южном Приморье. Изливались основные и кислые лавы, причем последних излилось большее количество.

В бассейнах рек Хора, Чуи и Термаса вулканы продолжали действовать и в нижнетретичное время, а в северной и центральной частях Сихотэ-Алиня и в Южном Приморье — в верхнетретичный и четвертичный периоды.

После мощных излияний кварцевых порфиров и извержений туфов в меловой период в центральной части Сихотэ-Алиня, в третичный период там изливались по трубообразным каналам базальты и андезито-базальты.

В четвертичное же время извержения происходили преимущественно по трещинам, в результате которых явились покровы базальта и андезито-базальта. Обширный базальтовый покров излился также в районе рек Хора, Селели и Анюя.

В южной части Сихотэ-Алиня и вообще в Южном Приморье в верхнетретичное и четвертичное время изливались базальты, андезито-базальты и андезиты.

Вулканическая деятельность в мезозойское и кайнозойское время в Приморье происходила на большой площади и была чрезвычайно интенсивной, причем значительную часть этой площади заняли кислые лавы и туфы. Последнее обстоятельство имеет особое значение, так как эти породы менее распространены на земной поверхности по сравнению со средними или, особенно, с основными лавами.

На Сахалине вулканическая жизнь началась в северной части в палеозое извержениями разнообразных порфиритов и их туфов.

В меловой период внедрились щелочные породы, а в верхнемеловое время в южной части острова излились базальты.

В третичное, особенно в нижнетретичное время изливались в центральной и южной частях острова андезиты и в значительно большем количестве — базальты.

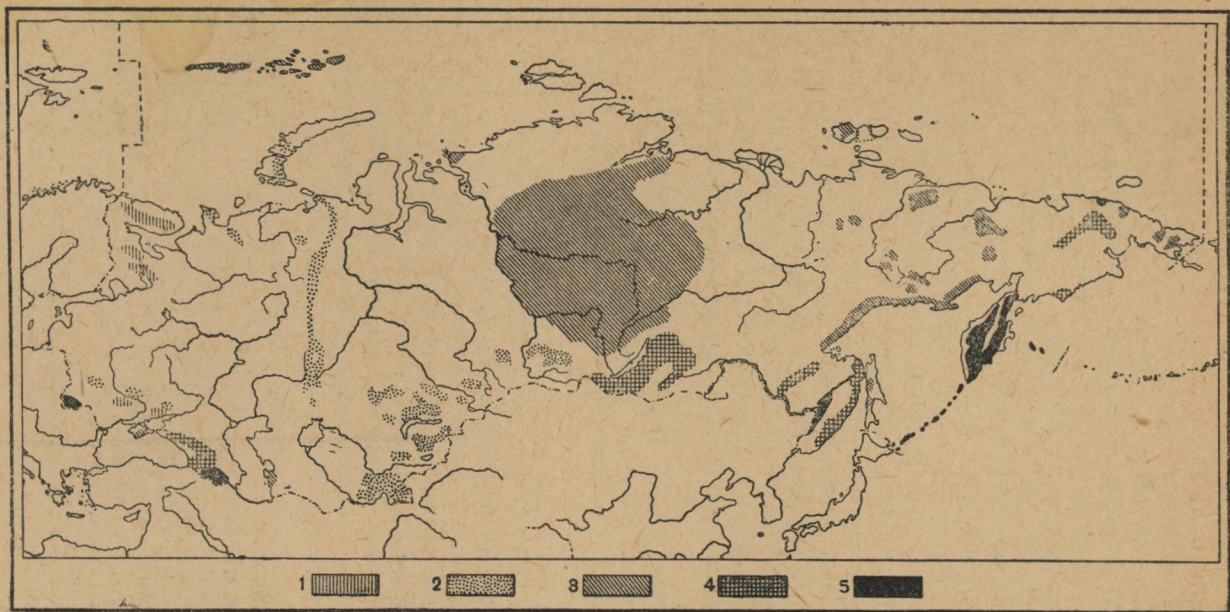
На Командорских островах вулканы действовали в нижнетретичное время и изливали сначала кислую лаву (натровый риолит), а затем основные лавы — базальты и андезито-базальты.

* *
*

Заканчивая этот очень краткий обзор деятельности вулканов на территории Советского Союза от самых древних времен до наших дней, нужно обратить внимание на следующие обстоятельства.

Вулканическая жизнь в одних областях возникла и проявлялась в давно-давно прошедшие годы, измеряемые миллиардами лет. В других областях проявления ее начались позже, а в третьих — в недалеком прошлом.

Не считая допалеозойского вулканизма, максимальное развитие вулканической деятельности происходило в



Схематическая карта максимального развития вулканизма в Советском Союзе
1 допалеозойский; 2 палеозойский; 3 мезозойский; 4 мезозойский и кайнозойский; 5 кайнозойский

палеозое в полосе от Алтая, Казахстана и Средней Азии через Урал к Новой Земле.

В мезозойскую эру вулканизм переместился и охватил очень большую площадь.

Мезозойские вулканы как бы окружили палеозойские. Они действовали на Земле Франца-Иосифа, на Сибирской платформе, на Кавказе и в Крыму. Кроме того они (мезозойские вулканы) распространились далеко на восток — вплоть до Тихого Океана.

В свою очередь, кайнозойские вулканы окаймляют на западе в Закарпатье палеозойские вулканы Волыни, а на юге окружают и частично перекрывают мезозойские вулканы на Кавказе, в Закавказье и Забайкалье и на востоке в Приморье и Сихотэ-Алине, на Курильских островах, Камчатке и Анадьри, как это видно на схематической карте распространения вулканизма в различные эры.

Вулканическая деятельность обычно была связана с горообразующими процессами и только на равнинах — платформах — она была связана с ее (платформы) разломами.

Вулканическая деятельность в некоторых областях заключалась только в одном цикле, но чаще она возобновлялась несколько раз, приблизительно в одном и том же районе.

Вулканы рождались, жили, интенсивно и бурно действуя, и быстро или продолжительное время умирали — погасали. После различной в разных областях страны продолжительности покоя, вулканы вновь пробуждались, и вновь начиналась их бурная вулканическая жизнь.

В нашей стране вулканическая деятельность проявлялась на очень большой площади, о чем свидетельствуют следующие приблизительные цифры, указывающие площади, покрытые лавами и их туфами.

На Кольском полуострове и в Карелии около	20 200 кв. км
На Украине	600 "
На Кавказе и в Закавказье	30 000 "
На Урале	47 500 "
В Средней Азии и Казахстане	136 000 "
В Западной Сибири	18 000 "
На Сибирской платформе	1 550 000 "
В Восточной Сибири	24 000 "
На Дальнем Востоке	около 1 000 000 "
На Камчатке	100 000 "

Всего около 2 926 300 "

Эта приблизительная величина — около трех миллионов квадратных километров, т. е. около одной седьмой всей поверхности Советского Союза, — ярко и наглядно подтверждает силу, мощь и распространенность вулканической деятельности на огромных просторах нашей Великой страны.

ГЛАВНЕЙШАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Труды Камчатской вулканологической станции. 1940—1948 гг. Вып. 1, 2 и 3.
2. Труды Лаборатории вулканологии и Камчатской вулканологической станции, 1947—1949 гг. Вып. 4, 5 и 6.
3. Бюллетени Вулканологической станции на Камчатке, 1937—1949 гг. №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 и 16.
4. Геология СССР. Госгеолиздат, 1941—1947 гг.
5. Геология Узбекской ССР. Изд. ОНТИ, 1937 г. Сборник статей, т. 1 и 2.
6. Д. С. Белянкин и В. П. Петров. Петрография Грузии. Изд. Академии наук СССР, 1945 г.
7. Л. А. Варданянц. Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области. Изд. Академии наук Армянской ССР, 1948 г.
8. Г. С. Горшков. Названия вулканов на Курильских островах. Извест. Всесоюз. Географ. общ., 1948 г. т. 80, вып. 2.
9. А. Н. Заварицкий. О вулканах Камчатки. Изд. Академии наук СССР. Камчатский сборник, 1940, I.
10. А. Н. Заварицкий. Вулканическая зона Курильских островов. Вестник Акад. наук СССР, 1946, № 1.
11. А. Н. Заварицкий. Вулкан Авача на Камчатке и его состояние летом 1931 г. Труды ЦНИГРИ, 1935, вып. 35.
12. А. Н. Заварицкий. Некоторые черты новейшего вулканизма Армении. Извест. Акад. наук СССР, серия геологич., 1945, № 1.
13. Г. В. Корсунская. Вулканы южной группы Курильских островов. Извест. Всесоюз. Географ. общ., 1946, т. 78, вып. 4.

14. П. Н. Кропоткин и Е. Т. Шаталов. Очерк геологии северо-востока СССР. Матер. по изуч. Охотско-Колымского края. Серия 1, вып. 3, 1936 г.

15. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг. Вулканы и лавы Центрального Кавказа. Извест. С.-Петербур. политехнич. инст. 1913 г., т. XX.

16. В. А. Обручев. Потухшие вулканы в Забайкалье. Журн. Природа, 1937, № 8.

17. Б. И. Пийп. Термальные ключи Камчатки. Изд. Академии наук СССР, 1937 г.

18. Т. И. Устинова. Гейзеры на Камчатке. Извест. Всесоюз. Географ. общ., 1946, т. 78, вып. 4.

19. А. П. Павлов. Вулканы, землетрясения, моря и реки. Изд. Москов. общ. испыт. природы, 1948 г.

20. Г. В. Тиррель. Вулканы. Перевод Е. П. Заварицкой. Изд. ОНТИ, 1934 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Стр.

Вулканизм и вулканы	3
Области распространения в Советском Союзе вулканической деятельности	19
Исследования и исследователи вулканов Советского Союза.	20

Современная вулканическая деятельность

Вулканы Камчатки	29
Действующие вулканы	32
Затухающие вулканы	68
Потухшие вулканы	75
Гейзеры	89
Горячие источники	97
Грязевые вулканы	102

Вулканы Курильских островов

	104
Действующие вулканы	106
Подводные вулканы	112
Затухающие вулканы	112
Потухшие вулканы	115
Горячие источники	118

Вулканическая деятельность в недалеком прошлом

На Кавказе и Закавказье.	124
В Прибайкалье и Забайкалье	134
В Центральной части Северо-Востока	135
На Дальнем Востоке	136

Древняя вулканическая деятельность

Редактор *И. Г. Головкин*
 Технич. редактор *И. Н. Ривина*
 Обложка художника *Н. И. Крылова*

Сдано в производство 20/VI-49 г. Подп. к печати 25/VII-49 г. Формат 84×108/32.
 Тираж 50000. Печ. л. 10³/₄+1¹/₂ вкл. А07238. Уч.-изд. л. 9,4. Зак. 1117. Цена 2 р. 50 к.

6-я типография треста "Главполиграфиздата". Москва, 1-й Самотечный, 17.

